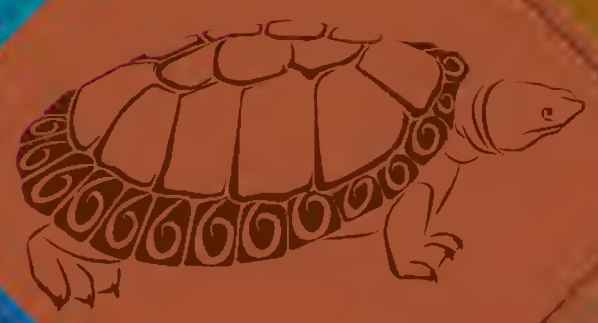
La biodiversidad en Tabasco

Estudio de Estado



Volumen 3

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La biodiversidad en Tabasco

Estudio de Estado

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Primera edición, 2019
Versión digital
Obra completa: ISBN 9786078570195
Volumen III: ISBN 9786078570225

Coordinación y seguimiento general:
Andrea Cruz Angón[1]
Jorge Cruz Medina[1]
Jessica Valero Padilla
Flor Paulina Rodríguez Reynaga[1]
Erika Daniela Melgarejo[1]
Ena Edith Mata Zayas[2]
David Jesús Palma López[3]

Corrección de estilo:
Juana Moreno Armendáriz
Jorge Cruz Medina

Diseño y formación:
Claudia Verónica Gómez Hernández

Cuidado de la edición:
Claudia Verónica Gómez Hernández
Jorge Cruz Medina
Erika Daniela Melgarejo
Diana López Higareda
Karla Carolina Nájera Cordero
Edith Georgina Cabrera Aguirre

Cartografía:
Brenda Lizeth Islas Trejo
Antonio López Castañeda

D.R. © 2019 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, C.P. 14010 México, D.F. *http://www.conabio.gob.mx*

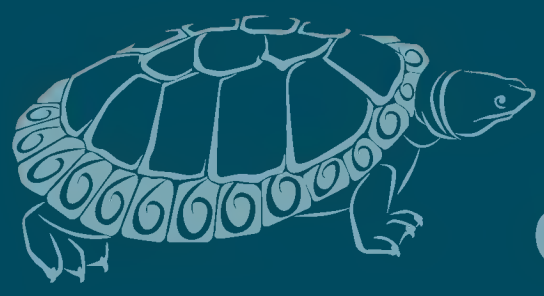
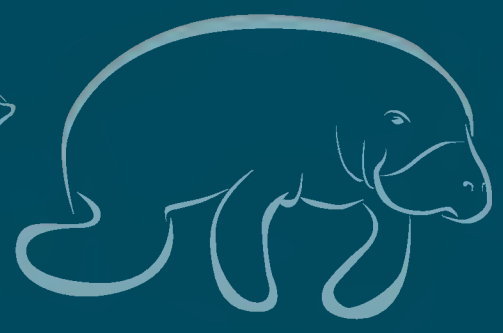
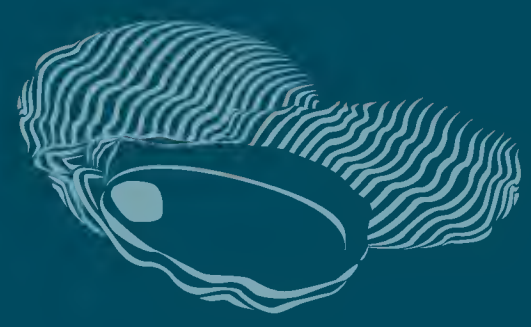
[1]Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; [2]Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; [3]Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Impreso en México/Printed in Mexico

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Presentación

El libro *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado* es el diagnóstico más completo acerca del patrimonio natural de la entidad y, sin duda, representa un avance significativo para difundir el conocimiento sobre éste y su importancia.

Los tres volúmenes de esta obra son valiosas fuentes de información acerca de la situación actual de la diversidad biológica de Tabasco que, en su mayoría, llevaron a cabo personal académico del estado y de la sociedad civil. Se trata de una gran obra que las autoridades gubernamentales, los académicos, las comunidades locales, los grupos indígenas y la sociedad en general podrán consultar y utilizar como elemento base para la toma de decisiones, diseñar estrategias de planeación y realizar nuevas investigaciones en beneficio del desarrollo sustentable de esta entidad.

Este *Estudio de Estado* ha puesto al día el conocimiento y la situación de la biodiversidad en Tabasco, ya que provee una línea base para identificar los procesos de cambio y modificación de los ecosistemas de la entidad, así como para establecer las acciones pertinentes que aseguren su conservación y uso sustentable en el largo plazo.

Tengo la seguridad de que las instituciones locales gubernamentales, académicas y de la sociedad civil, apoyarán la difusión de esta obra y continuarán sumando esfuerzos para incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad y los cambios que en ésta se registren, con la finalidad de favorecer el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales en Tabasco. Sólo de esta manera, el trabajo desarrollado será de utilidad para las instituciones gubernamentales y para los habitantes de la entidad.

CONABIO agradece al Gobierno del Estado de Tabasco y a los 274 autores que pertenecen a 57 instituciones y organizaciones estatales, nacionales e internacionales, por su compromiso y dedicación. Sin ellos no hubiera sido posible la elaboración de estos libros; los felicitamos por la consumación de este gran esfuerzo.

Esta obra contribuye con el cumplimiento de las actividades de instrumentación de la *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México y Plan de Acción 2016-2030*, la cual es parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), y es un valioso legado para el conocimiento y estado de la biodiversidad, fundamental para la valoración y conservación del capital natural de Tabasco.

José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional de la CONABIO

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Índice

7 Presentación
11 Introducción

8. Factores de presión

17 Resumen ejecutivo
21 Cambio de uso del suelo
29 Capacidad de uso del suelo urbano en las ciudades
35 Erosión de suelos
41 Inundaciones
44 **EC:** Análisis pluviométrico en la cuenca Cárdenas-Comalcalco, como herramienta para la prevención de inundaciones
53 Emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación y degradación de las tierras forestales
64 **EC:** Incendios forestales en la región de Los Ríos
69 Cambio climático
76 **EC:** Efecto de las sequías sobre endoparásitos en coatís (*Nasua narica*) del Parque Museo La Venta
81 Vulnerabilidad al cambio climático
86 **EC:** Vulnerabilidad al cambio climático en los humedales de Pantanos de Centla
89 La gestión de los residuos sólidos urbanos, un factor de riesgo para la biodiversidad
95 Infraestructura petrolera y su impacto en la vida silvestre
100 **EC:** Hidrocarburos aromáticos policíclicos en ostiones de los sistemas lagunares Carmen-Machona
105 Especies exóticas invasoras
110 **EC:** Plantas invasoras
114 **EC:** Una orquídea de origen africano *Oeceoclades maculata* (Orchidaceae: Cymbidieae)
118 **EC:** Moluscos invasores
120 **EC:** Peces exóticos
130 **EC:** Vertebrados terrestres exóticos
135 Sobreexplotación de la biodiversidad
143 Sobrexplotación de los recursos pesqueros
147 Especies de moluscos amenazadas
152 **EC:** Efectos de la pesca irresponsable del ostión golfo (*Crassostrea virginica*) en la laguna Mecoacán
155 La pesca marina de tiburones y rayas, un ejemplo de especies susceptibles a la sobrepesca
161 Tráfico de fauna silvestre
165 Organismos que causan enfermedades a las plantas

9. Acciones de conservación

179 Resumen ejecutivo
181 El Corredor Biológico Mesoamericano
189 Áreas naturales protegidas: estado actual y perspectivas
206 **EC:** Importancia de las zonas estuarinas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla para la conservación de la biodiversidad de peces
212 **EC:** Captura de carbono, alternativa de uso y conservación de la biodiversidad del ANP Cascadas de Reforma, Balancán
216 **EC:** Turismo alternativo y etnoecoturismo: alternativas para el Parque Estatal de la Sierra, Tacotalpa

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

223 Alternativas para el desarrollo sustentable
229 El ordenamiento ecológico territorial
234 **EC:** Diagnóstico y propuesta de desarrollo forestal sustentable para la región de La Chontalpa
242 **EC:** Diagnóstico y propuesta de desarrollo forestal sustentable para la región Los Ríos
251 Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)
259 Las especies protegidas
265 Acuicultura sustentable del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*)
271 Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka': área de oportunidad para la conservación de especies nativas
277 Educación Ambiental, cultura y sustentabilidad para la conservación de la biodiversidad y gestión de ecosistemas
280 **EC:** Culturamex: "Ejército de pequeños inquietos" de Zapotal Segunda Sección, Comalcalco
283 Técnicas de conservación de suelos
288 **EC:** Revitalización, una estrategia para recuperar la biodiversidad en sitios contaminados
292 **EC:** Restauración natural en áreas perturbadas dentro de la planicie costera
297 Servicios ambientales brindados por los ecosistemas y agroecosistemas en la región de La Chontalpa
308 **EC:** El agroecosistema cacao y su función en la conservación de la biodiversidad
313 Sitios potenciales para el establecimiento de pago de servicios ambientales en la región de La Chontalpa
325 Valoración económica de servicios ecosistémicos en la región de La Chontalpa

10. Instrumentos y políticas públicas

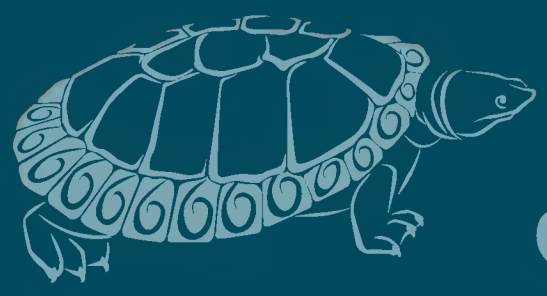
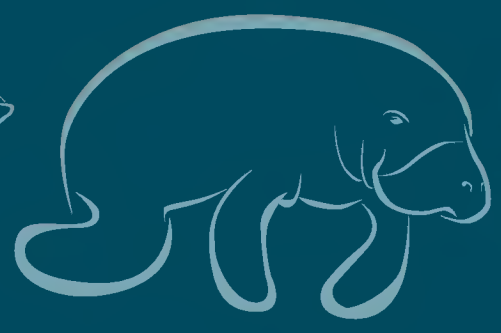
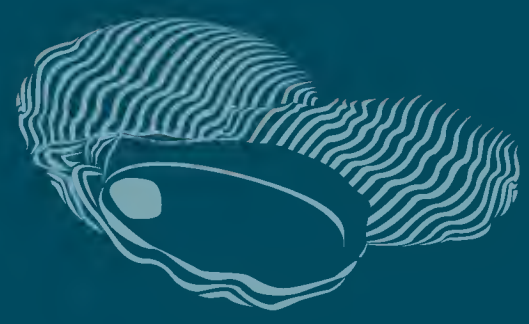
339 Resumen ejecutivo
343 Instrumentos de políticas públicas de protección y conservación
347 Áreas naturales protegidas (ANP) y regiones prioritarias para la conservación
355 Ordenamiento ecológico territorial como instrumento de política ambiental
359 Evaluación de impacto ambiental como herramienta de protección de la biodiversidad
363 Establecimiento de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)

11. Hacia la estrategia

373 Hacia la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable

383 Autores

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Introducción

Andrea Cruz Angón, Jorge Cruz Medina y Ena Edith Mata Zayas

Este tercer volumen de *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado* pone a disposición de los lectores una sección dedicada a algunos de los factores de presión sobre la riqueza natural de Tabasco (sección VIII), así como algunas experiencias de conservación y uso sustentable de la biodiversidad (sección IX). La sección X muestra los principales instrumentos para la gestión de los recursos biológicos del estado, mientras que la última sección (XI) presenta una reflexión de los compiladores y coordinadores del estudio con el objetivo de poner el énfasis en los elementos que deberán tenerse en cuenta en la preparación de la *Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Tabasco*.

Principales factores de presión o amenaza a la biodiversidad

En la actualidad, la pérdida de biodiversidad y degradación de los ecosistemas están asociados principalmente a actividades humanas no sustentables (SCDB 2010). Los factores de presión afectan, de manera diferenciada, a los distintos componentes de la biodiversidad: pueden ser específicas a un sitio o actuar de manera sinérgica. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) identifica factores directos e indirectos de pérdida de biodiversidad; los primeros están vinculados con aspectos demográficos, económicos y de gobernabilidad, y tienen influencia sobre los segundos. De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, las cinco principales causas directas de la disminución de biodiversidad son la pérdida y degradación de los ecosistemas, la sobreexplotación de especies, la introducción de especies exóticas invasoras, el cambio climático y la contaminación (MEA 2005). La sección VIII de este volumen aborda algunos casos puntuales sobre los principales factores de presión sobre la diversidad biológica en la entidad.

El concepto *conservación*

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2016) define la *conservación* como la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, hábitats, especies de vida silvestre y poblaciones, dentro y fuera de sus hábitats naturales, con el objetivo de salvaguardar sus condiciones naturales a largo plazo.

En este contexto, este volumen hace una recopilación y un análisis de las acciones de conservación *in situ* y *ex situ* (sección IX) y de los principales instrumentos de política pública que existen en Tabasco para conservar y usar su capital natural (sección X); entre ellas, el Corredor Biológico Mesoamericano y las diversas áreas naturales protegidas (ANP) de la entidad, así como unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), programas de ordenamiento ecológico y otros (SEMARNAT 2000, Congreso del Estado 2012). Con la información que se presenta, el lector podrá vislumbrar nuevas oportunidades para fortalecer la protección, conservación y uso sustentable de la biodiversidad en la entidad.

La sección final de este volumen (sección XI) da a conocer un análisis a partir de las experiencias de los coordinadores que compilaron información para elaborar esta obra. Para tal fin, se toman tres ejes principales: 1. Conocimiento y vacíos en la investigación, 2. Barreras y oportunidades para incrementar el conocimiento, conservación y uso del capital natural, y 3. Acciones para elaborar la *Estrategia Estatal para*

Cruz-Angón, A., J. Cruz-Medina y E.E. Mata-Zayas. 2019. Introducción. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 11-12.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. En Tabasco se emplean diferentes herramientas ambientales para conservar y hacer uso sustentable de la biodiversidad. La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (a) es un ejemplo de ANP, e integra un humedal de importancia internacional registrado dentro de la convención Ramsar. Asimismo, en el estado están presentes diversas UMA, entre ellas, las establecidas para la conservación y aprovechamiento de tortuga blanca, *Dermatemys mawii* (b). Fotos: C.G. Navarro (a) y Gerardo Ceballos González (b)/Banco de imágenes CONABIO.

la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Tabasco. A lo largo de esta sección, los autores resaltan los principales hallazgos y proponen algunas prioridades para generar conocimiento, considerando los vacíos de información existentes; también se identifican prioridades de conservación para algunas especies y servicios ecosistémicos, así como algunas barreras generales a la gobernanza ambiental de Tabasco. Todos estos elementos deberán ser retomados dentro de la *Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Tabasco*, cuya elaboración está en curso.

Referencias

Congreso del Estado. 2012. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Periódico Oficial del Estado. Publicado el 22 de diciembre de 2012. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/ordenamientos-ecologicos-expedidos*>, última consulta: marzo de 2017.

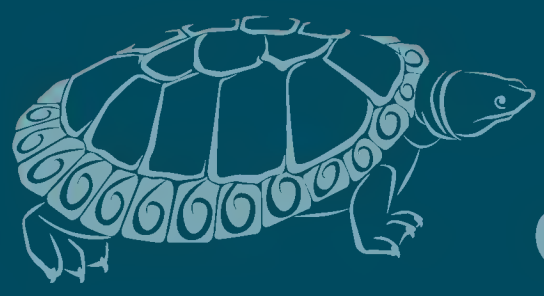
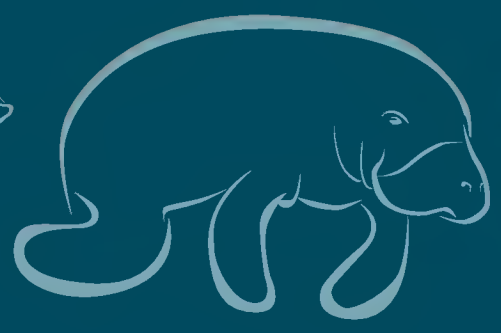
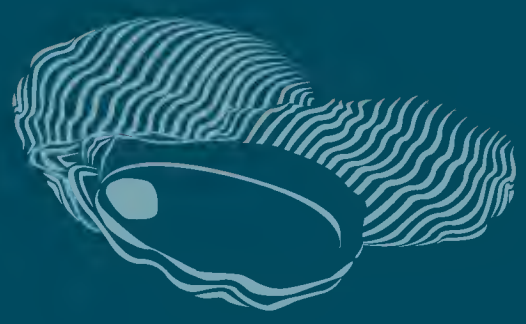
MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington.

SCDB. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. *Ecosystem goods and services in development planning: a good practice guide*. SCDB, Montreal.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de enero de 2018.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2016. IUCN definitions. En: <*https://cmsdata.iucn.org/downloads/en_iucn__glossary_definitions.pdf*>, última consulta: marzo de 2017.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

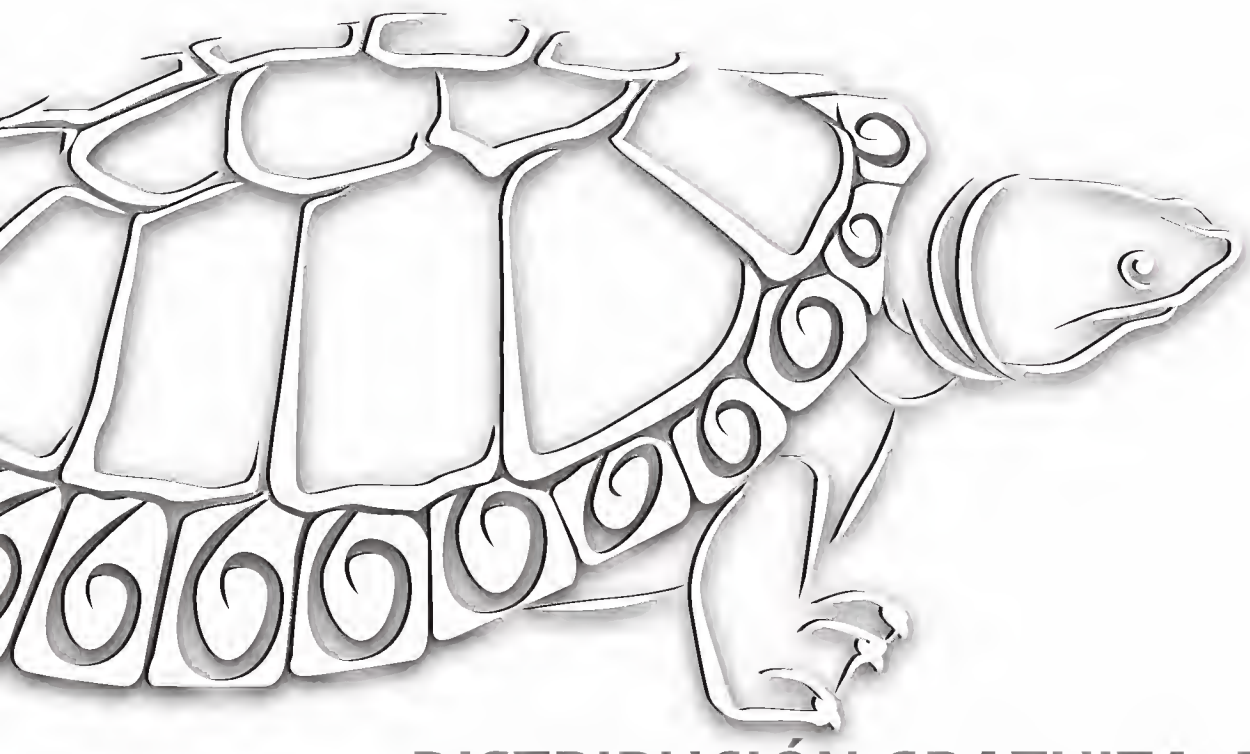




DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Factores de presión 8

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Georgina Vargas Simón

La presente sección aborda los factores que amenazan a la biodiversidad en la entidad, como el cambio de uso de suelo y erosión, cambio climático, actividades petroleras, especies exóticas e invasoras, sobreexplotación y tráfico de especies. También se analizan los problemas que generan los residuos sólidos y las plagas asociadas a las plantas cultivadas e incendios, los cuales son considerados como causantes directos de la pérdida de biodiversidad.

Cambio de uso y erosión del suelo

En el territorio tabasqueño se ha perdido gran parte de la superficie arbolada, particularmente entre 1965 y 1996. En las zonas del campo Samaria y Chontalpa, para el año 2000 el área ocupada por los diferentes tipos de vegetación original representó 5.01% y 0.28% respectivamente. El principal factor amenazante ha sido la urbanización, con incrementos de ocupación superficial en 2 827.27% y 204.19% en estas zonas.

La explotación petrolera es otra actividad que ha suscitado transformaciones; los impactos ocasionados han sido directos, indirectos y acumulativos por la construcción de infraestructura y la propia extracción, de tal forma que las áreas destinadas a esta actividad tuvo un crecimiento acelerado similar al anterior factor (2117.28% para Samaria y de 173.91% para Chontalpa). Otro dato importante es la disminución de las áreas ocupadas por lagunas de agua dulce del orden de 94.79% de su superficie original en el campo Samaria.

La frontera pecuaria es el siguiente componente de amenaza a la biodiversidad, particularmente en Samaria, donde la superficie destinada a esta actividad se incrementó en 68.42% en el periodo de 1965 a1996. Por último, se determinó que se carece de estudios que consideren la vocación del suelo o la capacidad de carga de los sistemas, lo que ha propiciado significativos y en algunos casos irreversibles problemas ambientales, como la disminución de la infiltración, incremento de los escurrimientos y la erosión fluvial con su consecuente asolvamiento de los cauces de los ríos.

Además, en Tabasco se ha detectado una creciente erosión química y física en sus suelos, así como pérdidas máximas de 107 t/ha/año en la sierra y mínimas debajo de 10 t/ha/año en la planicie por la disminución de la vegetación y por inadecuadas prácticas agrícolas y pecuarias. Según los especialistas, estos resultados indican que la mayor erosión se registra en los municipios Balancán, Huimanguillo y Teapa, por lo que sus territorios requieren mayor atención y aplicación de programas de conservación.

Cambio climático

Los gases de efecto invernadero (GEI) generados por las actividades antrópicas están causando un calentamiento global y con ello un cambio climático. En el escenario más favorable para Tabasco, la temperatura se elevaría 1.4°C y la precipitación se vería reducida 5%. No obstante, en el escenario más desfavorable de temperatura, el estado tendría una elevación de 4.6°C y la precipitación se reduciría 22%. Aun con las condiciones menos adversas, el aumento mínimo de temperatura pronosticado es suficiente para afectar los arrecifes de coral del golfo de México y aumentar el riesgo de extinción de tortugas marinas y ranas de la región, afectando toda la red alimenticia en la que participan estos organismos. Otro problema que se verá agravado por el cambio climático son las inundaciones; en esta sección se muestra un análisis objetivo con base en datos pluviométricos y pluviográficos de las áreas susceptibles a la inundación, particularmente en

Vargas-Simón, G. 2019. Resumen ejecutivo. Factores de presión. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 17-19.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la cuenca Cárdenas-Comalcalco, lo que servirá para promover líneas de acción que reducirán los impactos negativos de las lluvias, así como criterios para ejecutar obras civiles construidas con el fin de limitar los efectos adversos en comunidades, sectores productivos y biodiversidad.

También se presenta un inventario de emisiones de GEI para la entidad, en el que se describe cómo la reciente transformación en el uso del suelo (particularmente para el desarrollo de pastizales y humedales durante el periodo de 2003 a 2007) ha generado un incremento de cerca del 100% en las emisiones de CO_2 por la degradación de tierras forestales; sin embargo, por medio del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) se plantea una serie de acciones de mediano y largo plazo sobre mitigación de los GEI y adaptación de las repercusiones del cambio climático en las que Tabasco forma parte.

Actividades petroleras

Tabasco es un territorio rico en petróleo, por lo que en esta sección se da a conocer el impacto de los daños, y se resaltan los efectos directos, indirectos y acumulativos, entre otros. Por el mismo proceso de perforación y producción, así como por apertura de caminos que causan una disminución en la flora y fauna silvestres, se señala que en la década de los setenta la infraestructura carretera pasó de 103 m/km^2 a 206 m/km^2, y para 2008, sólo considerando el ejido Nuevo Centla, se perdieron 550 ha de manglar por este proceso.

Otro problema inherente a esta actividad es la contaminación por hidrocarburos, la cual aqueja a las zonas costeras del estado por derrames de petróleo y rupturas de oleoductos; además de inducir un daño irreversible al ecosistema marino, repercute en el comercio del ostión. Debido a sus características fisiológicas y ecológicas, estos organismos bioacumulan diversas sustancias contaminantes en los tejidos, pudiéndose transferir dentro de la red trófica. Asimismo, se advierte la presencia de hidrocarburos como benzo(b)fluoranteno, fluoranteno y pireno dentro del sistema lagunar Carmen-Machona; a pesar de encontrarse en pequeñas concentraciones, se resalta la importancia de continuar su monitoreo debido a su persistencia ambiental, así como al riesgo ecológico y de salud humana que poseen.

Especies exóticas invasoras

Uno de los factores relevantes en la pérdida de la biodiversidad son las especies exóticas invasoras, las cuales se definen como capaces de sobrevivir, establecerse y reproducirse fuera de su hábitat original; comúnmente compiten con las especies locales y desplazan poblaciones enteras al expandir su ámbito, con lo que causan daños considerables a la biodiversidad, producción agrícola y salud pública. A pesar de la importancia de este problema, son escasos los estudios al respecto. Dentro de las especies invasoras más conocidas en la entidad están el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), el carrizo (*Arundo donax*), la orquídea terrestre (*Oeceoclades maculata*), la tortuga japonesa (*Trachemys scripta elegans*) y el pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*); este último ha ocasionado pérdidas económicas considerables a los pescadores. Se señala la gran importancia de hacer investigaciones en estas especies, donde se incluyan inventarios y diagnósticos de su biología para establecer un programa de control y vigilancia ya que, por ejemplo, existen vertebrados exóticos que pudieran convertirse en potenciales invasores, como las cuijas, palomas, perros, gatos y roedores.

Sobreexplotación y tráfico de especies

La sobreexplotación se da cuando el uso intensivo de un recurso excede su tasa de recuperación. Esta acción es considerada la segunda amenaza que más impacta a las especies silvestres, debido a la extracción de poblaciones sin oportunidad de regeneración, situación que también se observa en la caza de animales y en la pesca desmesurada. Entre las plantas más sobreexplotadas destacan el árbol de tinto (*Haematoxylon campechianum*), caoba (*Swietenia macrophyla*), cedro (*Cedrela odorata*), árboles de mangle y varias palmas, como la palma camedor guonay (*Chamaedorea tuerckheimii*), que se encuentra en peligro de extinción. Existen otros recursos no maderables como el barbasco (*Dioscorea composita* y *D. bartletii*) y motusay (*Philodendron radiatum*).

En cuanto a la fauna silvestre, las poblaciones de tortugas han sido las más reducidas, ya que son fuente de proteína, especialmente la tortuga

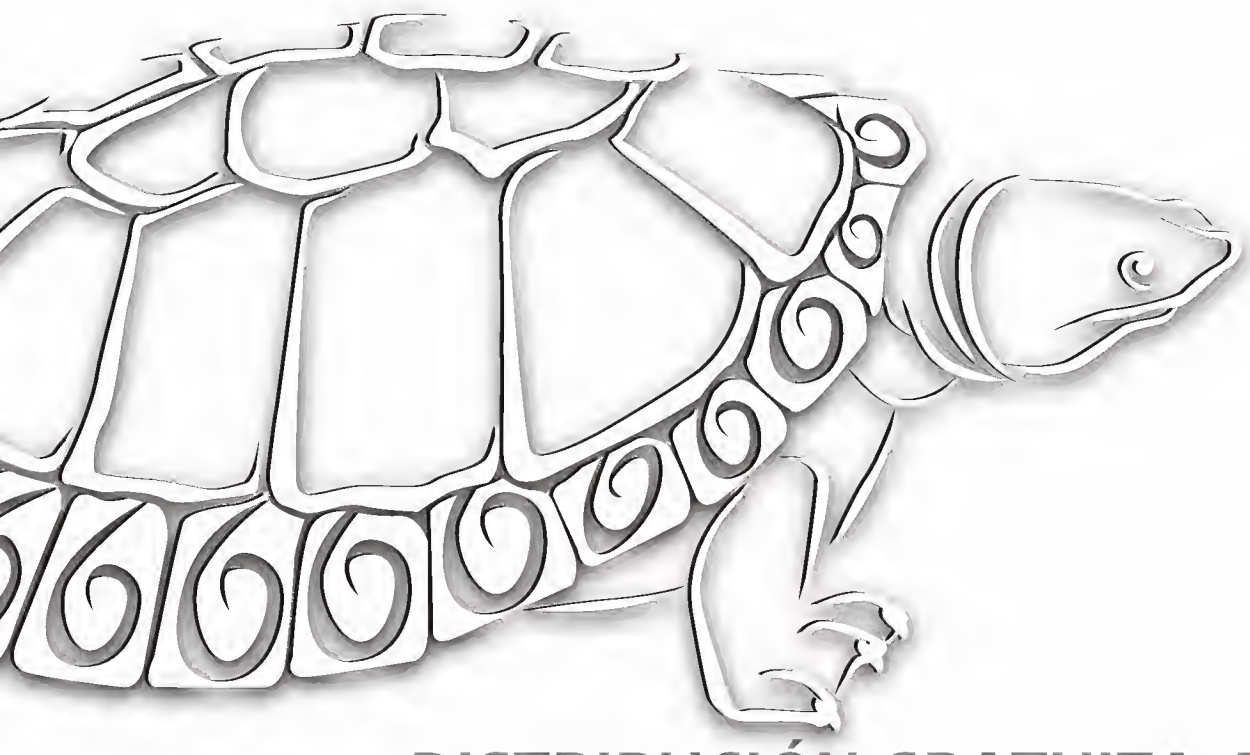
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

blanca (*Dermatemys mawii*), con registros de hasta 20 t/año; de igual forma, el manatí (*Trichechus manatus*) ha sido capturado como alimento desde la época de los piratas, y se utilizó para fabricar diversos aparejos por el grosor de su piel; se desconoce el número de individuos que se encuentra en la zona. Además, se señala que los factores más importantes en la disminución de los recursos pesqueros en la entidad han sido la captura en época de veda, el nulo respeto a la talla mínima y la utilización de redes inadecuadas para su pesca. Entre las especies más afectadas se encuentra el ostión, robalo, bagre bandera, tiburones y rayas. En los estudios se concluye que los ecosistemas más sobreexplotados son las selvas y los manglares; que los instrumentos de regulación de la actividad pesquera son difíciles de aplicar debido, principalmente, a que se explota una gran diversidad de especies con una gran variedad de artes de pesca, además de tener muchos puntos de desembarco.

La sobreexplotación de las especies está íntimamente relacionada con su tráfico ilegal. Cálculos de la Interpol y la Organización Mundial de Aduanas señalan en 20 billones de dólares anuales el producto de este comercio ilícito que parece estar muy bien organizado, particularmente la fauna y sus derivados, como colmillos y plumas. Como ejemplos para Tabasco se menciona a la tortuga blanca, pochitoque, tepescuintle, iguana, lagarto, cotorros, loros, entre otros. Aunque existen regulaciones emitidas por el gobierno federal e internacional, es una práctica continua por los ingresos que genera.

En esta sección se engloban los factores relevantes que han contribuido a la pérdida de la biodiversidad en Tabasco. Para la mitigación de esta problemática es necesaria la participación activa y conjunta de los diferentes actores (ciudadanos, entidades federales y estatales, centros de investigación, así como organizaciones no gubernamentales); pero también se requiere la estricta aplicación de las leyes, sobre todo las relacionadas con el ordenamiento territorial. Asimismo, el desarrollo de diferentes investigaciones también será de mucha utilidad en la aplicación de nuevas tecnologías que contrarresten las mencionadas amenazas a la biodiversidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cambio de uso del suelo

Rodimiro Ramos Reyes

Introducción

Según Richters (1995), el uso del suelo ocurre cuando se le manipula físicamente. Esto se considera como algo cotidiano; sin embargo, cuando se lleva a cabo el cambio de uso, en la mayoría de los casos se asocian consecuencias negativas para la biodiversidad y, en el peor de los escenarios, su pérdida o extinción. En este sentido, el cambio en la utilización puede servir como un indicador para conocer el nivel de afectación de un área determinada o el estado de conservación de un ecosistema.

En el transcurso de 60 años, las actividades económicas en Tabasco han ido cambiando, por tal motivo el suelo ha sido utilizado y reutilizado de diversas maneras y de forma repetitiva. Por ejemplo, muchas zonas que antes eran selváticas se han convertido en pastizales, y los cacaotales también han sido modificados debido a que la ganadería tiene más rendimiento económico; otro uso es la industrialización y la urbanización, ya que muchas hectáreas que antes eran acahuales (vegetación que surge de manera espontánea en terrenos que estuvieron en uso agrícola o pecuario en zonas tropicales) se han convertido en importantes industrias o grandes zonas habitacionales debido a que el campesinado migra a la ciudad, lo que propicia sobrepoblación y construcción de viviendas en lugares poco apropiados. Cabe recalcar que en este último caso se pierde totalmente la posibilidad de retroceder porque el cambio de uso de suelo es definitivo.

De igual forma, las actividades petroleras traen consigo más afluencia de extranjeros y personal de otros estados de la república, quienes buscan un lugar digno para vivir y, de alguna manera, también contribuyen a despertar el interés de inversionistas del ramo de la construcción. En Tabasco existen diversas zonas dedicadas a la actividad petrolera, las cuales forman parte de la transformación de los usos irreversibles del suelo. ¿Cómo? Para extraer el crudo ocupan zonas sin importar el uso que éstas tengan y las convierten en campos petroleros; aunado a esto, las tuberías necesarias para llevar a cabo los procesos forman parte de la dinámica del cambio del uso.

Es importante señalar los efectos que han traído estos cambios. En primer lugar, la disminución de la flora y fauna de la entidad; de igual forma se han perdido muchas áreas conservadas que eran cuidadas por propios y extraños, pero que la necesidad ha obligado a usarlas. Más allá de estas afectaciones que se pensaba eran las peores, en los últimos años se ha visto algo inimaginable: la ciudad Villahermosa y gran parte del territorio tabasqueño cubierto por las aguas de los ríos Grijalva y Usumacinta debido a una devastadora inundación. Los cambios de usos del suelo desempeñaron una función importante en las catástrofes de 1999 y 2007. No es nuevo saber que la falta de planeación urbana y la invasión de vasos reguladores contribuyen a inundar una ciudad, como parte del cambio del uso del suelo.

Para obtener los cambios de uso del suelo, estos se pueden evaluar por medio de la comparación histórica detectada por fotografías aéreas de diferentes años (FAO 1984) o de imágenes de satélite, las cuales se interpretan o clasifican y la información se vacía en mapas. A su vez, estos se pueden manipular utilizando programas especializados de cómputo, denominados sistemas de información geográfica (SIG) que se definen como modelos informatizados del mundo real. Así se obtienen datos precisos que se utilizan en análisis que sirven para estudios de casos y, de esa forma, tomar decisiones adecuadas para proteger o preservar algunas zonas.

Ramos-Reyes, R. 2019. Cambio de uso del suelo. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 21-28.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La evaluación de cambios de usos de suelo también ayuda a tomar decisiones para empresas públicas y privadas, así como para organismos gubernamentales y no gubernamentales. Algunos de estos estudios se han llevado a cabo en zonas representativas, donde la dinámica del uso del suelo es muy importante, como los siguientes casos.

Cambio de uso en tierras bajas del campo petrolero Samaria, durante 31 años

El cuadro 1 registra información de los usos del suelo del campo petrolero Samaria que corresponden al periodo de 1965 a 1996. En conjunto, el uso agrícola tuvo un crecimiento ligero entre 1965 y 1996, que solamente fue de 4.94% en relación a la superficie inicial.

La pérdida de superficie del cultivo de cacao en el área de influencia del campo petrolero Samaria, Tabasco, se debió a la introducción de otros usos del suelo, como el cultivo de papaya, que reditúa mayores ingresos (Zavala 1993, Bocks 1996, Ramos 1997). De 1984 a 1996 surgieron nuevos cultivos en el campo Samaria, como naranja, papaya y asociaciones de cultivos (papaya-plátano, plátano-cacao) y policultivos o huertos familiares junto a comunidades rurales que en conjunto apenas representan 0.75% del área estudiada. El uso pecuario está representado por pastizales con diferentes niveles de manejo y en asociación con matorrales (zarzales) sujetos a inundación temporal; este uso comprendía 33.14% de la superficie en el año inicial, y 55.81% para el año final de evaluación (equivalente a un incremento del 68.42%). Los tipos de vegetación, principalmente selva mediana y vegetación riparia,

Cuadro 1. Usos del suelo y tipos de vegetación en el periodo 1965 a1996 en el campo petrolero Samaria.

Usos del suelo	Superficie							
	1965		1977		1984		1996	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Agrícola								
Cacao	340.20	4.26	315.20	3.95	214.20	2.68	237.30	2.97
Naranja					2.10	0.03	5.20	0.07
Plátano	1 583.70	19.84	1 617.60	20.27	2 205.60	27.64	1 775.90	22.25
Plátano + cacao							8.20	0.10
Papaya							35.50	0.44
Papaya + plátano							2.20	0.03
Huertos familiares							8.50	0.11
Maíz	409.20	5.13	183.30	2.30	350.50	4.39	375.60	4.71
Subtotal	**2 333.10**	**29.23**	**2 116.10**	**26.51**	**2 772.40**	**34.74**	**2 448.40**	**30.68**
Pecuario								
Pastizal cultivado	176.60	2.21	222.60	2.79	1778.10	22.28	3 092.70	38.75
Pastizal inducido	2 027.40	25.40	1 565.70	19.62	813.50	10.19		
Pastizal inducido + matorral inundable	374.30	4.69	1 097.90	13.76	266.40	3.34	1 361.30	17.06
Matorral inundable	66.30	0.83	103.70	1.30				
Subtotal	**2 644.60**	**33.14**	**2 989.90**	**37.46**	**2 858.00**	**35.81**	**4 454.00**	**55.81**
Tipos de vegetación								
Selva mediana	230.80	2.89	91.80	1.15	29.00	0.36		
Vegetación riparia	640.00	8.02	82.80	1.04			77.10	0.97
Vegetación secundaria	224.40	2.81	240.50	3.01	86.20	1.08	37.30	0.47
Hidrófita enraizada emergente	1 191.00	14.92	1 715.60	21.50	1 507.00	18.88	285.30	3.57
Hidrófita flotante	246.80	3.09	250.10	3.13	61.80	0.77		
Subtotal	**2 533.00**	**31.74**	**2 380.80**	**29.83**	**1 684.00**	**21.10**	**399.70**	**5.01**
Otros usos								
Zona urbana			0.50	0.01	8.80	0.11	257.60	3.23
Zona erosionada			3.70	0.05	1.50	0.02	5.20	0.07
Zona sin vegetación aparente			101.80	1.28	4.40	0.06	5.20	0.07
Ríos	166.60	2.09	172.30	2.16	147.60	1.85	155.80	1.95
Lagunas	295.60	3.70	84.90	1.06	307.80	3.86	15.40	0.19
Drenes			38.90	0.49	39.10	0.49	60.10	0.75
Infraestructura petrolera	8.10	0.10	92.10	1.15	157.40	1.97	179.60	2.25
Subtotal	**470.30**	**5.89**	**494.20**	**6.19**	**666.60**	**8.35**	**678.90**	**8.51**
TOTAL	**7 981.00**	**100.00**	**7 981.00**	**100.00**	**7 981.00**	**100.00**	**7 981.00**	**100.00**

Fuente: fotointerpretación de fotografías aéreas de Aerofoto (1965) esc. 1:30 000, Aerofoto (1977) esc. 1:15 000, INEGI (1984) esc. 1:75 000, Colegio de Postgraduados (1996) esc. 1:25 000.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

siempre presentaron pérdida de su superficie entre 1965 y 1996.

Otros usos del suelo que a continuación se muestran tuvieron un crecimiento de 44.35% en los 31 años estudiados, respecto a su área inicial de ocupación. Las áreas urbanizadas crecieron de 1984 a 1996 en 2 827.27%, por lo que en la actualidad ocupan 3.23% de la superficie del campo Samaria; asimismo, existen pequeñas áreas erosionadas, fomentadas por la extracción de arena en los márgenes del río Carrizal. Las áreas sin vegetación aparente han disminuido debido a que se establecieron pastizales y matorrales. Por su parte, los cuerpos de agua de los ríos varían ligeramente por fecha, dependiendo del caudal de los mismos, y las áreas ocupadas por lagunas de agua dulce perdieron 94.79% de su superficie original debido a la construcción de drenes que incrementaron su superficie en 54.50% entre 1977 y 1996. En la década de los setenta los drenes se utilizaron como rutas de acceso a pozos petroleros ubicados en tierras inundables, y a finales de la década de los ochenta se construyeron otros para drenar las tierras sujetas a inundación en torno a la batería Samaria II.

Respecto a la infraestructura petrolera, aunque ocupa pequeñas áreas (2.25% del campo Samaria) tuvo un crecimiento acelerado, ya que entre 1965 y 1996 se incrementó en 2 117.28%, siendo el periodo de mayor desarrollo entre 1965 y 1984. Por su parte, las tierras bajas ocuparon la mayor densidad de pozos petroleros con 2.12/km^2.

Cambio de uso en la zona centro-norte de la subregión Chontalpa, durante 28 años

El cuadro 2, que se obtuvo de las figuras 1, 2 y 3, registra la información de los cambios de uso del suelo en la región productora de cacao, Tabasco, que corresponden al periodo de 1972 a 2000.

En conjunto, el uso agrícola disminuyó 7.72% en su superficie entre 1972 y 2000, y se mantuvo como el segundo uso del suelo por su extensión (38.23%). Entre los cultivos, el cacao mostró una pequeña recuperación de superficie en 2.09%, porque se incrementó en otros tipos de suelos del área, coincidiendo con lo reportado por Flores (1996) para la zona de Comalcalco, Tabasco.

Cuadro 2. Usos del suelo y tipos de vegetación en el periodo de 1972 a 2000 en la zona centro-norte de la subregión Chontalpa.

Usos del suelo	Superficies					
	1972		1984		2000	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Agrícola						
Cacao	18 380.00	29.47	18 025.00	28.89	18 764.00	30.07
Naranja	9.00	0.01	9.00	0.01	3.00	0.00
Mango	14.00	0.02	8.00	0.01	0.00	0.00
Coco	83.00	0.13	46.00	0.07	48.00	0.08
Plátano	152.00	0.24	20.00	0.03	85.00	0.14
Papaya	0.00	0.00	12.00	0.02	59.00	0.09
Caña	4 433.00	7.11	6 598.00	10.58	1 994.00	3.20
Huertos familiares	686.00	1.10	1 186.00	1.90	1 936.00	3.10
Maíz	2 089.00	3.35	2 012.00	3.23	962.00	1.54
Subtotal	**25 846.00**	**41.44**	**27 916.00**	**44.75**	**23 851.00**	**38.23**
Pecuario						
Pastizal	34 608.00	55.49	32 139.00	51.52	36 278.00	58.14
Subtotal	**34 608.00**	**55.49**	**32 139.00**	**51.52**	**36 278.00**	**58.14**
Tipos de vegetación						
Vegetación riparia	137.00	0.22	29.00	0.05	0.00	0.00
Vegetación secundaria	116.00	0.19	39.00	0.06	0.00	0.00
Hidrófila enraizada emergente	982.00	1.57	700.00	1.12	173.00	0.28
Subtotal	**1 235.00**	**1.98**	**768.00**	**1.23**	**173.00**	**0.28**
Otros usos						
Zona urbana	620.00	0.99	1 471.00	2.36	1 886.00	3.02
Lagunas	14.00	0.02	19.00	0.03	80.00	0.13
Infraestructura petrolera	46.00	0.07	72.00	0.12	126.00	0.20
Subtotal	**680.00**	**1.09**	**1 562.00**	**2.50**	**2 092.00**	**3.35**
TOTAL	**62 369.00**	**100.00**	**62 385.00**	**100.00**	**62 394.00**	**100.00**

Fuente: fotointerpretación de fotografías aéreas de INEGI (1972) esc. 1:60 000, INEGI (1984, 1995) esc. 1:75 000.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

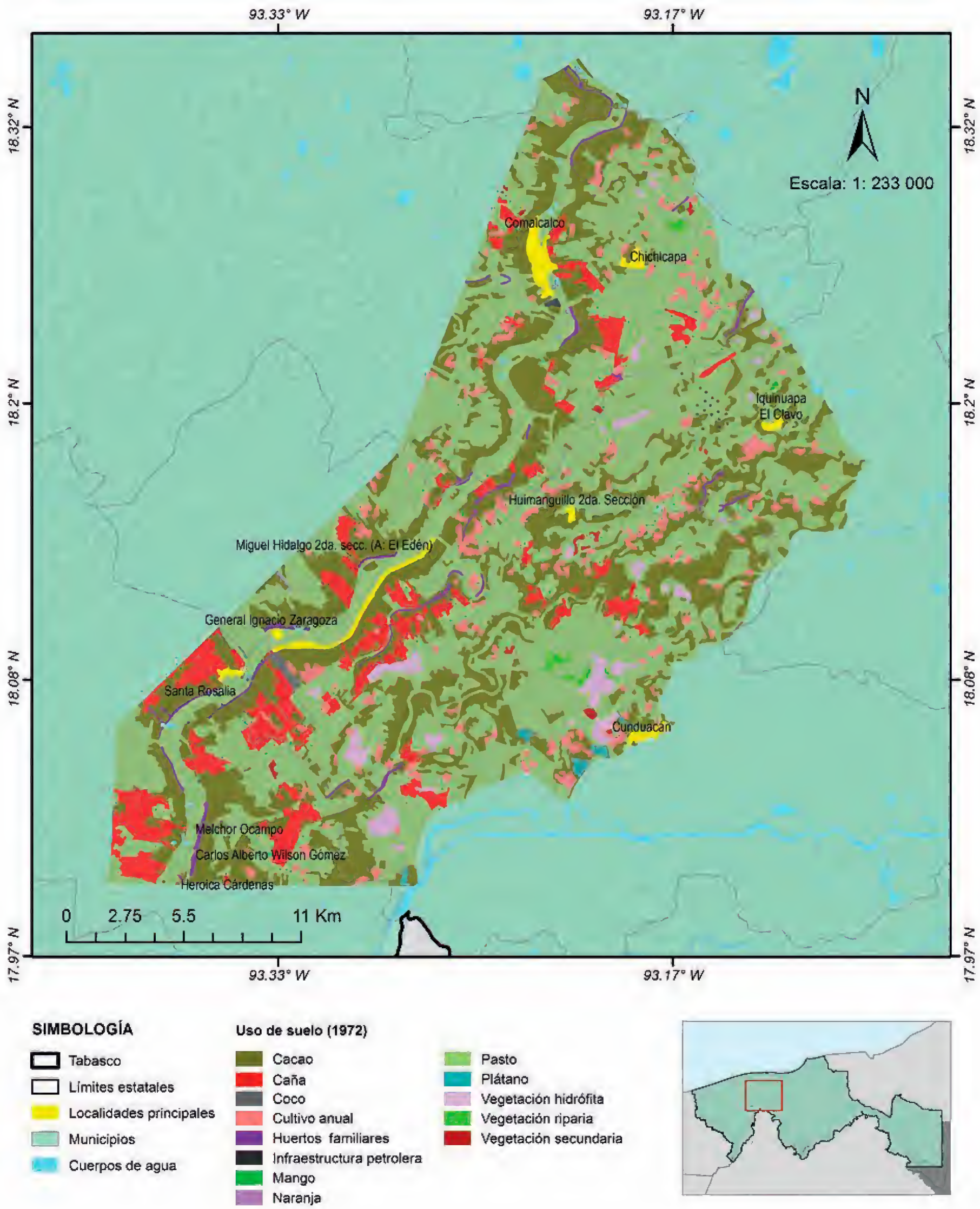


Figura 1. Uso del suelo de 1972 en la zona centro-norte de la subregión Chontalpa. Fuente: elaboración propia a partir de fotointerpretación de fotografías aéreas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

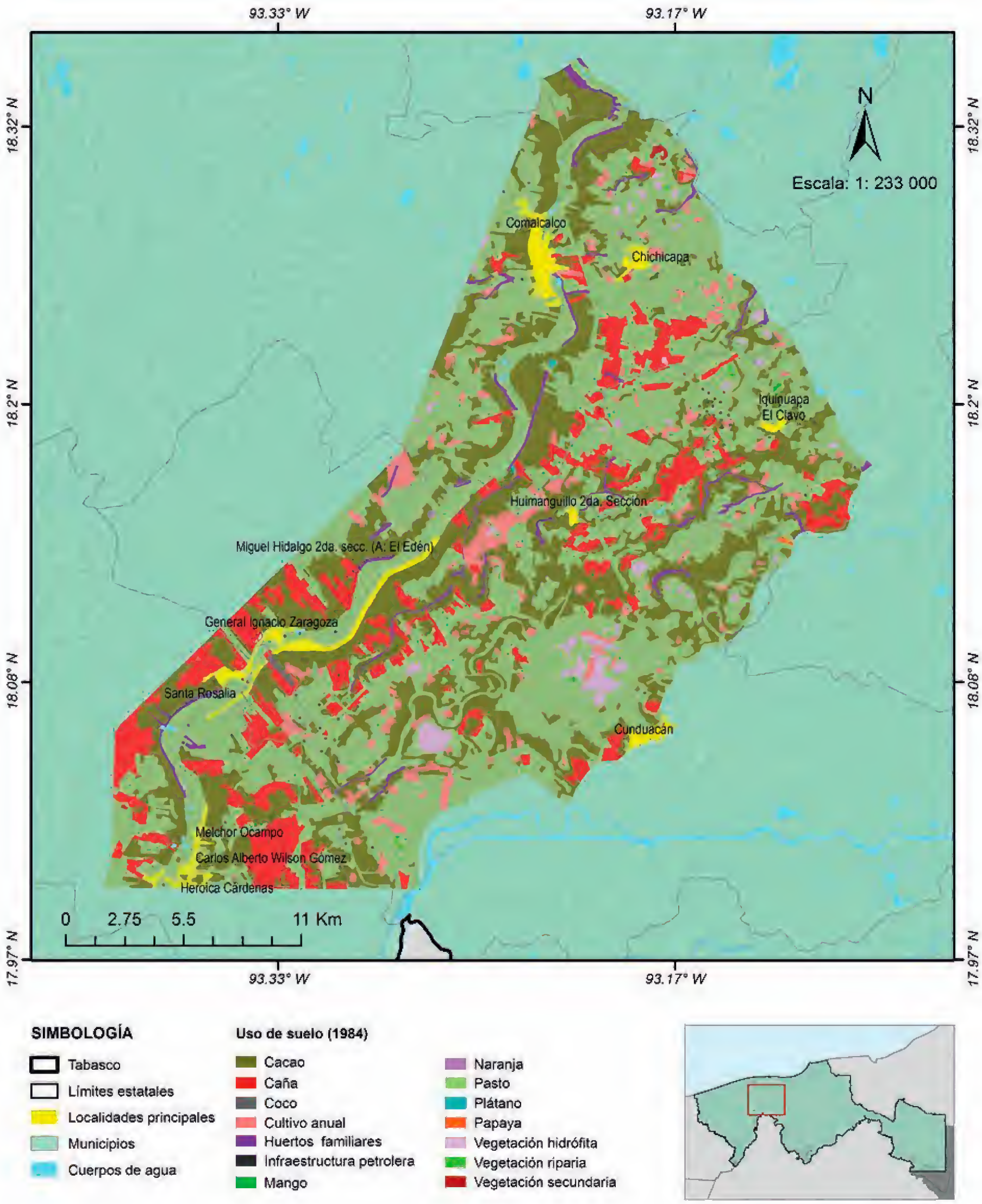


Figura 2. Uso del suelo de 1984 en la zona centro-norte de la subregión Chontalpa. Fuente: elaboración propia a partir de fotointerpretación de fotografías aéreas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

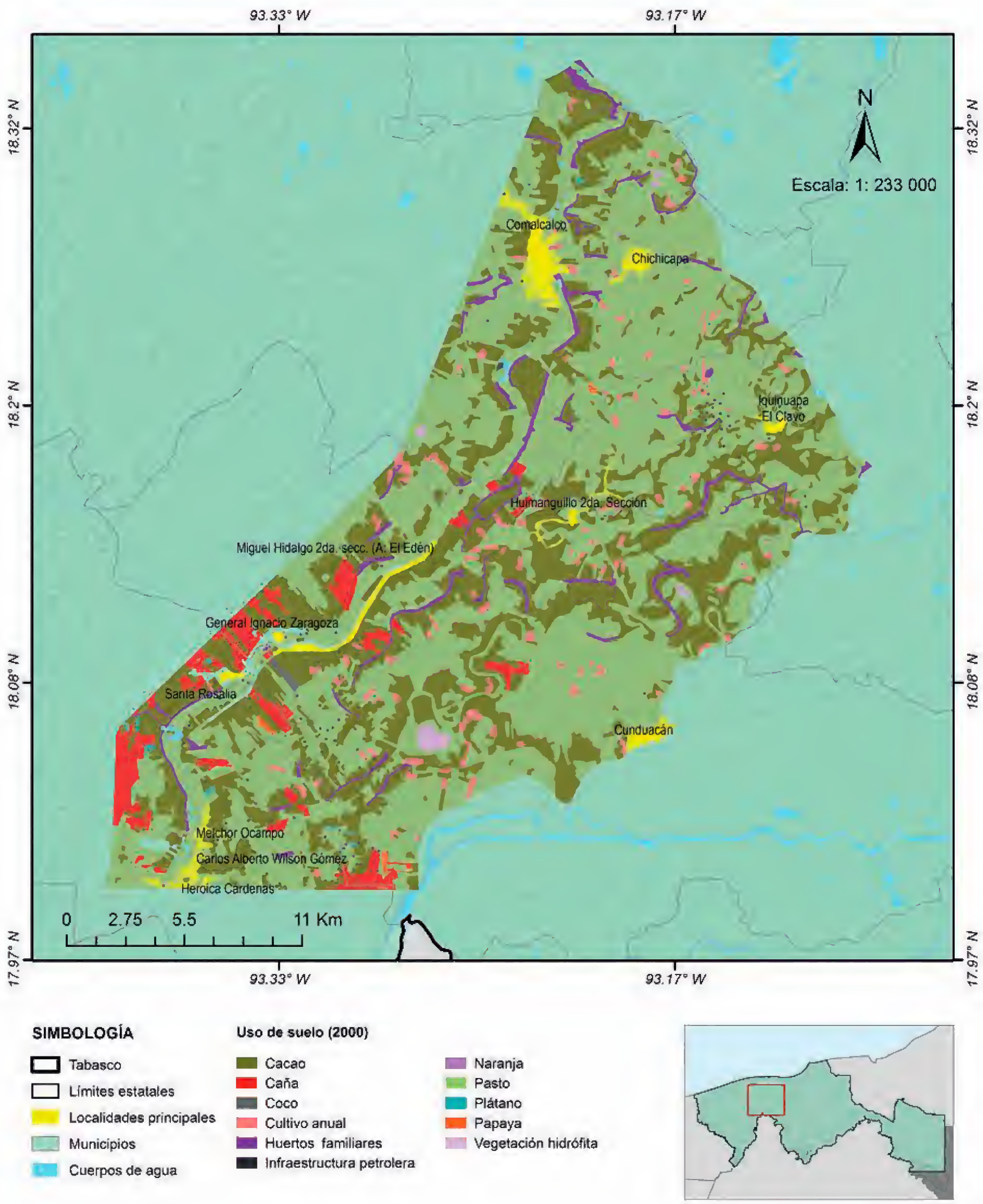


Figura 3. Uso del suelo de 2000 en la zona centro-norte de la subregión Chontalpa. Fuente: Fuente: elaboración propia a partir de fotointerpretación de fotografías aéreas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

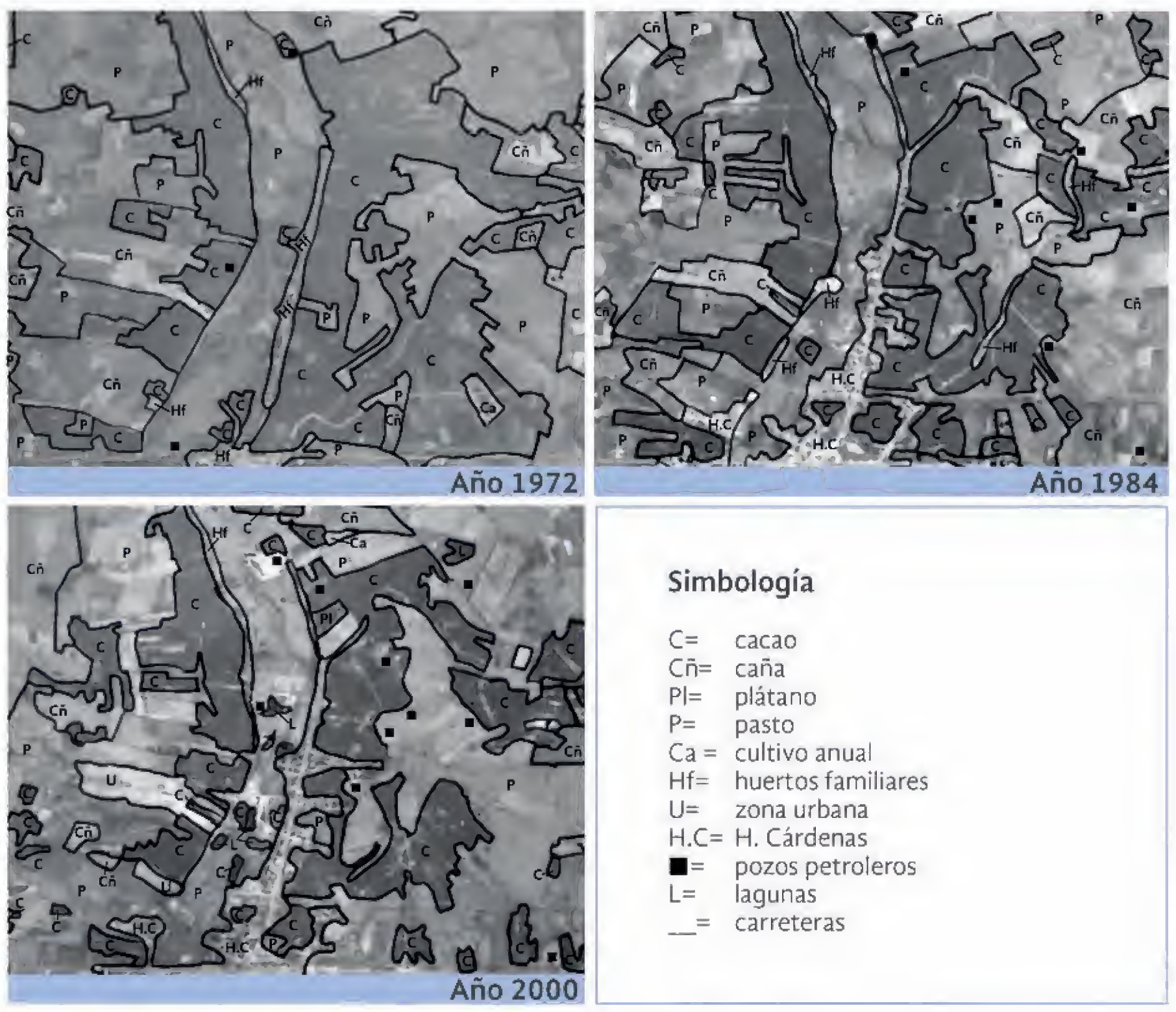


Figura 4. Evidencia del cambio de uso del suelo en la zona centro-norte de la subregión Chontalpa. El área corresponde con lo mostrado en la parte inferior izquierda de las figuras 1, 2 y 3. Fuente: elaboración propia a partir de fotointerpretación de fotografías aéreas.

El uso pecuario representado por pastizales tuvo un crecimiento de 4.83% entre 1972 y 2000, y se mantuvo como el uso de suelo más común dentro de la región productora de cacao. El constante crecimiento de los pastizales se debe a su continuo mejoramiento mediante la introducción de especies de mejor calidad forrajera para sostener la ganadería intensiva. Este incremento de los pastos en la zona es algo similar al crecimiento de dichas superficies para otras áreas de la entidad, como coinciden Ramos (1997) y Palma-López *et al.* (2007). Los tipos de vegetación presentaron pérdida en su superficie, ya que entre 1972 y 2000 disminuyeron en conjunto de 1 235 a 173 ha; no obstante, la superficie con este uso de suelo no ha sido tan extensa para la región productora de cacao.

Otros usos del suelo, que a continuación se muestran, registraron constantes crecimientos. Las áreas urbanizadas presentan un continuo incremento en el periodo de 1972 a 2000, aumentando su superficie en 204.19%; las áreas ocupadas por lagunas de agua dulce fueron incrementando poco a poco su superficie original, debido principalmente al constante aumento de las zonas petroleras. En 1972, esta industria ocupaba 0.07% de la superficie en estudio y se incrementó 173.91% para el año 2000. Por otra parte, en la figura 1 se puede observar cómo se han ido transformando los usos del suelo de 1972 al 2000. En estas imágenes se destaca el incremento de la zona urbana en los últimos años, al igual que el uso para asentamientos humanos de la ciudad de H. Cárdenas sobre los cultivos de cacao y caña, principalmente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En general, las variaciones en el uso y manejo del suelo son indicadores de un conjunto de ajustes técnicos y socioeconómicos; tal es el caso del municipio Teapa, donde la actividad cacaotera y pecuaria fueron transformadas a cultivo de plátano (Hernández 1992). Estos cambios se iniciaron durante los años veinte y treinta (West *et al*. 1976). Para otros municipios, como Balancán y Tenosique, en los últimos años se han venido perdiendo las zonas con vegetación natural debido al crecimiento acelerado de pastizales para uso ganadero (Geissen *et al*. 2009).

Conclusión

Históricamente en la entidad gran parte de los cambios de uso del suelo han impactado de forma negativa a la naturaleza, ya que grandes extensiones de selva han sido remplazadas por pastizales; los asentamientos humanos, aunque en menor superficie pero con mayor impacto, han hecho irreversible el retorno a los estados originales de uso. Cabe destacar que muchos de estos pueden tener posibles contribuciones al cambio climático y causar desastres, como lo que sucedió en los últimos años en Tabasco; además, al disminuirlas áreas naturales se erosiona la diversidad biológica.

Por todo lo expuesto, es de suma importancia llevar a cabo estudios de ordenamiento territorial en la entidad para usar adecuadamente el recurso suelo, así como para tener una convivencia amigable con la naturaleza y alcanzar un equilibrio ecológico sustentable, donde el suelo y el ser humano interaccionen de forma favorable con la naturaleza.

Referencias

Bocks, Y. 1996. *Efectos de la extracción de hidrocarburos sobre la producción agrícola en Cunduacán, Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Puebla.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1984. *Metodología provisional para la evaluación y la representación cartográfica de la desertización*. FAO, Roma.

Flores, S.A. 1996. *Estrategias de reproducción de las familias campesinas cacaoteras del municipio de Comalcalco, Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Puebla.

Geissen, V., H.R. Sánchez, C. Kampichler *et al*. 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils: an example from southeast Mexico. *Geoderma* 151:87-97.

Hernández, J. 1992. *Cambios en el uso agrícola de la tierra y sus principales determinantes socioeconómicos en el municipio de Teapa, Tabasco (1980-1992)*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

Palma-López, D.J., J. Cisneros, E. Moreno y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. Colegio de Postgraduados/ISPROTAB/Fundación Produce Tabasco A.C., Tabasco.

Ramos, R.R. 1997. *Cambios de la vegetación y uso del suelo en el campo petrolero Samaria, Tabasco, en el periodo 1965-1996*. Tesis profesional. UJAT, Tabasco.

Richters, J.E. 1995. *Manejo del uso de la tierra en América Central hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica.

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1976. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Gobierno del Estado de Tabasco, México.

Zavala, C.J. 1993. *Evaluación de los cambios de uso del suelo como un proceso de degradación en el campo petrolero Samaria, Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Capacidad de uso del suelo urbano en las ciudades

Joel Zavala Cruz, Ofelia Castillo Acosta, Ángel Isauro Ortiz Ceballos, David Jesús Palma López, José Francisco Juarez López, Sergio Salgado García, Joaquín Alberto Rincón Ramírez, Elvia Moreno Cáliz y Rodimiro Ramos Reyes

Introducción

Durante la época de lluvias en Tabasco, las poblaciones urbanas y rurales asentadas en llanuras aluviales sufren inundaciones, como ocurrió en el periodo de 2007 a 2010. No obstante, estas llanuras tienen la mayor densidad de población por la abundancia de recursos naturales, como suelos fértiles, agua, vegetación y petróleo, lo que contribuyó al crecimiento de 17 cabeceras municipales durante el siglo XX. Inicialmente los asentamientos se fundaron en llanuras aluviales altas de los ríos y lomeríos. En los años sesenta y setenta fueron construidas cuatro grandes presas en la cuenca alta del río Grijalva para generar energía eléctrica y controlar las avenidas en la planicie, donde además se construyeron bordos contra inundaciones y se rectificó el cauce del río Samaria. Estas acciones proporcionaron más seguridad a Villahermosa, capital del estado, y a ciudades de la región de la Chontalpa, como Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo, Jalpa de Méndez, Nacajuca y Paraíso; en contraste, otras continuaron expuestas a las inundaciones por desbordamientos de los ríos Usumacinta, Tonalá, Puxcatán y la Sierra.

A partir de los años setenta, con la intensificación de actividades petroleras, las ciudades de la zona de la Chontalpa se extendieron sobre las planicies aluviales bajas y pantanos con base en rellenos, y parcialmente se les dotó de bordos de defensa y cárcamos. Estos asentamientos fueron afectados con las avenidas (crecidas de ríos y arroyos) extraordinarias de 1999 y 2007, superando el millón de habitantes en el segundo de estos años.

El crecimiento urbano no planificado en los suelos aluviales conlleva a su degradación (Palma-López *et al.* 2007), pérdida del potencial para producir alimentos y nutrir plantas y animales, así como disminución de anclaje y suministro de agua a los vegetales, hábitat para la fauna, soporte de áreas recreativas y de valor ecológico, recepción de contaminantes y materiales de desecho (Porta *et al.* 1999). Adicionalmente, los nuevos asentamientos humanos, en particular los fraccionamientos y zonas comerciales e industriales, derivan en destrucción de la vegetación, pérdida de biodiversidad y de servicios ambientales (como captura de carbono, regulación del microclima, protección contra vientos y control de la erosión del suelo). Por estas razones, el objetivo del presente estudio es evaluar la capacidad de uso del suelo urbano para orientar el crecimiento de las ciudades hacia zonas aptas.

Metodología

Se generó una cartografía a escala 1:20 000 de tipos de suelo, uso del suelo, vegetación y capacidad de uso del suelo urbano para las ciudades de Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Macuspana, Paraíso, Teapa, Tenosique y Villahermosa, cuya población suma 745 995 habitantes, en una superficie de 105 390 ha. Fue integrada con base en la fotointerpretación de suelos, clasificación de usos del suelo y vegetación con imágenes de satélite SPOT de 2005, descripción de 129 perfiles de suelos, 200 entrevistas a productores, verificación de usos del suelo, colecta de 2 500 ejemplares botánicos y su determinación, análisis físico-químicos, clasificación de suelos (FAO 1999) y vegetación (Miranda y Hernández 1963, Lot 1991). Al considerar los factores del suelo, uso del suelo y vegetación, se evaluó la capacidad de uso urbano.

Zavala-Cruz, J., O. Castillo-Acosta, Á.I. Ortiz-Ceballos, D.J. Palma-López, J.F. Juarez-López, S. Salgado G., J.A. Rincón-Ramírez, E. Moreno C. y R. Ramos-Reyes. 2019. Capacidad de uso del suelo urbano en las ciudades. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 29-33.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Suelos, uso del suelo y vegetación

Los grupos de suelos representativos de las ocho ciudades son Fluvisol, Gleysol y Luvisol (74.8%). Las unidades Gleysol éutrico, Gleysol calcárico, Fluvisol éutrico, Fluvisol calcari-gleyico y Fluvisol cutani-arénico representan 52.7% del área. Los suelos son profundos, excepto el Leptosol, que es somero. Los Fluvisoles son de textura media, fertilidad moderada, y se ubican en llanuras aluviales altas. Los Gleysoles son arcillosos y en época de lluvias se inundan porque se localizan en llanuras aluviales bajas y cubetas de decantación o pantanos. Los Luvisoles son ácidos, arcillosos, de baja a media fertilidad y se ubican en lomeríos que, por lo general, están exentos de inundaciones.

La superficie destinada a los cultivos representa 63.9% del área de estudio y tan sólo los pastizales cubren 47.5% del área, ubicándose en Gleysoles, Fluvisoles, Luvisoles, Acrisoles y Vertisoles. En los Fluvisoles destacan los cultivos de cacao y pastizales asociados al maíz. La ganadería de doble propósito es el sistema de producción que más se practica (73.2%) y la alimentación del ganado se basa en el forraje mediante el pastoreo.

La vegetación cubre 21.4% del área, y se asocia a suelos inundables y mal drenados, como los Gleysoles y Solonchaks. Se registraron 11 tipos de vegetación, representados por 67 familias y 322 especies, pero la vegetación primaria de selvas y herbazales (popales y tulares) sólo corresponde a 2.4 y 5.8% del área; el resto es vegetación secundaria. Las familias más importantes (44% de las especies) son Leguminosae (Fabaceae), Poaceae, Asteraceae, Malvaceae, Solanaceae, Convulvulaceae y Cyperaceae. Destaca la biodiversidad de los huertos familiares y cacaotales con 41% de las especies.

Criterios para evaluar la capacidad de uso del suelo urbano

La detección de terrenos aptos para el uso urbano se basó en factores del suelo y la vegetación. Los factores del suelo limitantes para el desarrollo urbano en Tabasco (cuadro 1) se adoptaron y modificaron a partir del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA 1989) y FAO (1999), mismos que se describen a continuación:

- Arcilla. El alto contenido de arcilla 2:1 (montmorillonita) conduce a la formación de grietas en el suelo durante la época seca. Los movimientos verticales y laterales de los bloques de suelo pueden provocar grietas en las casas y hundimientos de banquetas y vialidades. Este problema ocurre, por ejemplo, en suelos Vertisoles.
- Profundidad. La escasa profundidad del suelo por afloramiento de roca dura dificulta la construcción de viviendas y la introducción de los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado. Restricción que ocurre en los Leptosoles.
- Salinidad. Puede deteriorar las construcciones debido al ascenso de las sales por capilaridad en las paredes. Este proceso se presenta en los Solonchaks.
- Gleyzación. Indica la presencia de propiedades gleyicas originadas por la saturación del suelo con agua durante unos meses o todo el año, y que manifiestan procesos evidentes de reducción, o una disminución asociada a la segregación del hierro. Se identifica por los colores azulosos o verdosos, ya sea como color dominante o moteado con tonos rojizos, amarillentos u ocres (Palma-López *et al*. 2007). Ocurre en los Gleysoles que se inundan por varios meses y en suelos que tienen calificador gleyico (Fluvisol eutri-gleyico, Arenosol eutri-gleyico) que tienen manto freático elevado por algunas semanas.
- Materia orgánica. Suelos ricos en materia orgánica o con horizonte hístico, pueden compactarse y provocar el hundimiento de las construcciones. Destacan los Gleysoles hísticos.
- Material antropogeomórfico orgánico. Materiales que se forman con basura y residuos orgánicos vegetales y animales, o son derivados de combustibles fósiles. Están sujetos a compactación, liberan gases tóxicos y se asocian a los Antrosoles.

La proximidad de la vegetación al clímax se utilizó como criterio restrictivo para el desarrollo urbano (cuadro 2; Cadiñanos y Meaza 1998). La vegetación de selvas, herbazales perennifolios o matorrales poco perturbados que representan la etapa más desarrollada en un suelo determinado son consideradas como clímax y, por lo tanto, tienen la mayor restricción para el crecimiento urbano (clase E). Las áreas sin vegetación o los pastizales cultivados son las menos restrictivas para el crecimiento urbano (clase A) porque la cubierta vegetal original fue destruida. La vegetación secundaria joven y madura, así como los cultivos perennes (cacaotales y cocoteros) asociados a la vegetación

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Factores y clases para evaluar suelos según su capacidad de uso urbano en ciudades de Tabasco.

Factor del suelo			Clase				
			A	B	C	D	E
Arcilla[1] capa 0-75 cm (%)		S1	<30	30-40	40-50	50-60	>60
Profundidad (cm)		S2	>100	75-100	50-75	25-50	<25
Salinidad capa 0-75cm (dS/m)		S3	<4	<4	4-8	8-16	>16
Gleyzación[2] (Prof. cm)		S4	>150	>150	100-150	75-100	<50
Materia orgánica (%)	Horizonte superficial (0-75 cm)	S5	<5	5-10	10-15	15-20	>20
Materia orgánica (%)	Horizonte enterrado	S5	<5	5-10	10-15	15-20	>20
Material antropogeomórfico orgánico[3] (espesor en cm)		S6	0	0-25	25-50	50-75	>75

Clases: A = sin restricción para el uso urbano, B = ligera restricción para el uso urbano, C = moderada restricción para el uso urbano, D = alta restricción para el uso urbano y E = muy alta restricción para el uso urbano. [1] Mide indirectamente el agrietamiento del suelo con arcillas 2:1. [2] Indica el riesgo por inundación y la presencia de manto freático elevado. [3] Se refiere a basura orgánica. Fuente: Zavala-Cruz *et al*. 2009.

Cuadro 2. Criterios para evaluar la proximidad de la vegetación actual al clímax en ciudades de Tabasco.

Proximidad de la vegetación actual al clímax	Clase
Vegetación transformada y/o sin vegetación	A
Vegetación transformada mezclada con algunas especies nativas	B
Vegetación secundaria arbórea joven y mediana	C
Vegetación secundaria arbórea madura mezclada con vegetación clímax	D
Vegetación clímax	E

Clases: A = sin restricción para el uso urbano, pastizales cultivados; B = ligera restricción para el uso urbano, herbazales y matorrales en su primera etapa sucesional, después del abandono de cultivos y pastizales; C = moderada restricción para el uso urbano, vegetación secundaria arbórea joven en etapa intermedia de sucesión ecológica; D = alta restricción para el uso urbano, cultivos perennes (cacaotales y cocoteros) y asociaciones de vegetación secundaria (acahuales) mediana y madura; E = muy alta restricción para el uso urbano, selvas (alta, mediana y baja), matorrales y herbazales perennifolios (vegetación hidrófita) en estado de clímax climático o edáfico. Fuente: Zavala-Cruz *et al*. 2009.

secundaria ofrecen restricción de media a alta por presentar gran diversidad biológica y acercarse a la etapa más desarrollada en un suelo determinado.

Capacidad de uso del suelo urbano

La capacidad de uso del suelo urbano de las ciudades de Tabasco se muestra en el cuadro 3. Las áreas aptas para el uso del suelo urbano representan 21.6% en promedio. Las ciudades de Teapa y Tenosique tienen los suelos más aptos para dicho uso con 51.8 y 40.9% respectivamente, debido a que se sitúan en zonas de lomeríos con suelos profundos y no inundables denominados Luvisoles, Cambisoles y Calcisoles. Aunque los Fluvisoles de Teapa califican como aptos, deben restringirse para el uso urbano por su vulnerabilidad ante inundaciones extraordinarias. Los Leptosoles de lomeríos, al noreste de Tenosique, calificaron como ligeramente aptos por presentar roca caliza a 70 cm de profundidad y pueden urbanizarse si la roca no interfiere con la introducción de servicios como agua potable, drenaje y alcantarillado.

Las ciudades de Cárdenas, Comalcalco y Huimanguillo tienen suelos aptos para el uso urbano en superficies que varían entre 36.7 y 28.4%. Destacan los Fluvisoles sobre las llanuras aluviales altas del río Seco. Estas ciudades están protegidas de las avenidas extraordinarias por el bordo izquierdo del río Mezcalapa-Samaria y por la regulación del caudal en el sistema de presas de Chiapas. No se recomienda urbanizar el cauce del río Seco porque los Gleysoles, Fluvisoles eutri-gleyicos y Arenosoles eutri-gleyicos se inundan

Cuadro 3. Capacidad de uso del suelo urbano con base en tipos de suelo, uso del suelo y vegetación de ocho ciudades de Tabasco.

Clase	Capacidad de uso urbano	Superficie	
		ha	%
A	Apta	22 811.3	21.6
LA	Ligeramente apta	45 499.6	43.2
NA	No apta	21 770.2	20.7
Áreas urbanas y cuerpos de agua		15 308.9	14.5
Total		**105 390.0**	**100.0**

Fuente: Zavala-Cruz *et al*. 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

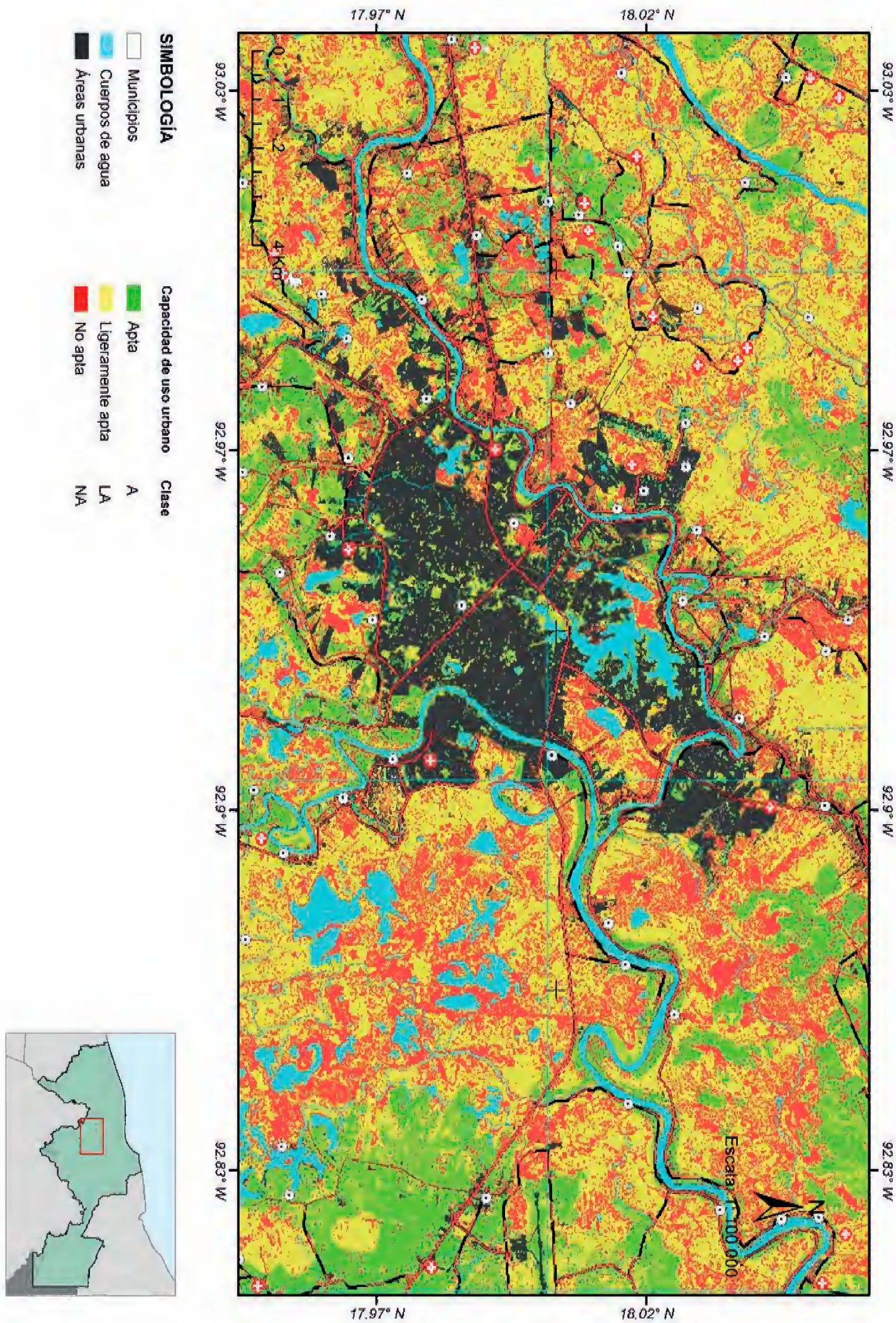


Figura 1. Capacidad de uso de suelo urbano en Villahermosa. Fuente: Zavala-Cruz *et al.* 2009.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

por tormentas con precipitación superior a 100 mm; los Vertisoles éutricos tampoco son aptos porque son inestables para las edificaciones.

Las ciudades con menor superficie apta para el uso urbano son Macuspana, Paraíso y Villahermosa (figura 1) con 20%, 17.6% y 16.1% respectivamente. Los suelos idóneos para urbanización son los Luvisoles, Acrisoles y Cambisoles, que están situados en lomeríos con nulo o bajo riesgo de inundación. Los Fluvisoles, aunque son aptos para el uso urbano, en Villahermosa y Macuspana sufren inundaciones ordinarias y extraordinarias por los desbordamientos de los ríos Grijalva, Carrizal y Puxcatán. De optarse por la urbanización de estos suelos, deben construirse obras de control ante inundaciones extraordinarias, como bordos de contención, cárcamos y reforestación de orillas de cauces. Las tres ciudades están rodeadas de extensas llanuras aluviales bajas y cubetas de decantación, con suelos no aptos para uso urbano, como los Gleysoles y Solonchaks, presentan gleyzación por manto freático elevado e inundaciones en épocas de lluvia, así como altos contenidos de materia orgánica y arcilla. También sobresalen por tener las mayores superficies cubiertas de vegetación natural como la hidrófita de popal y tular, manglar, vegetación riparia y selva baja de tinto, que deben conservarse para mantener sus servicios ambientales como áreas verdes, reservas ecológicas y vasos reguladores durante las inundaciones.

Referencias

Cadiñanos, J.A. y G. Meaza. 1998. *Bases para una biogeografía aplicada: criterios y sistemas de valoración de la vegetación*. Geoforma Ediciones, España.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1999. *Base referencial mundial del recurso suelo. Informe sobre recursos mundiales de suelos 84*. FAO/ISRIC/SICS, Roma.

IMTA. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 1989. *Manual de clasificación cartografía e interpretación de suelos con base en el sistema de taxonomía de suelos*. IMTA, Morelos.

Lot, A. 1991. *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

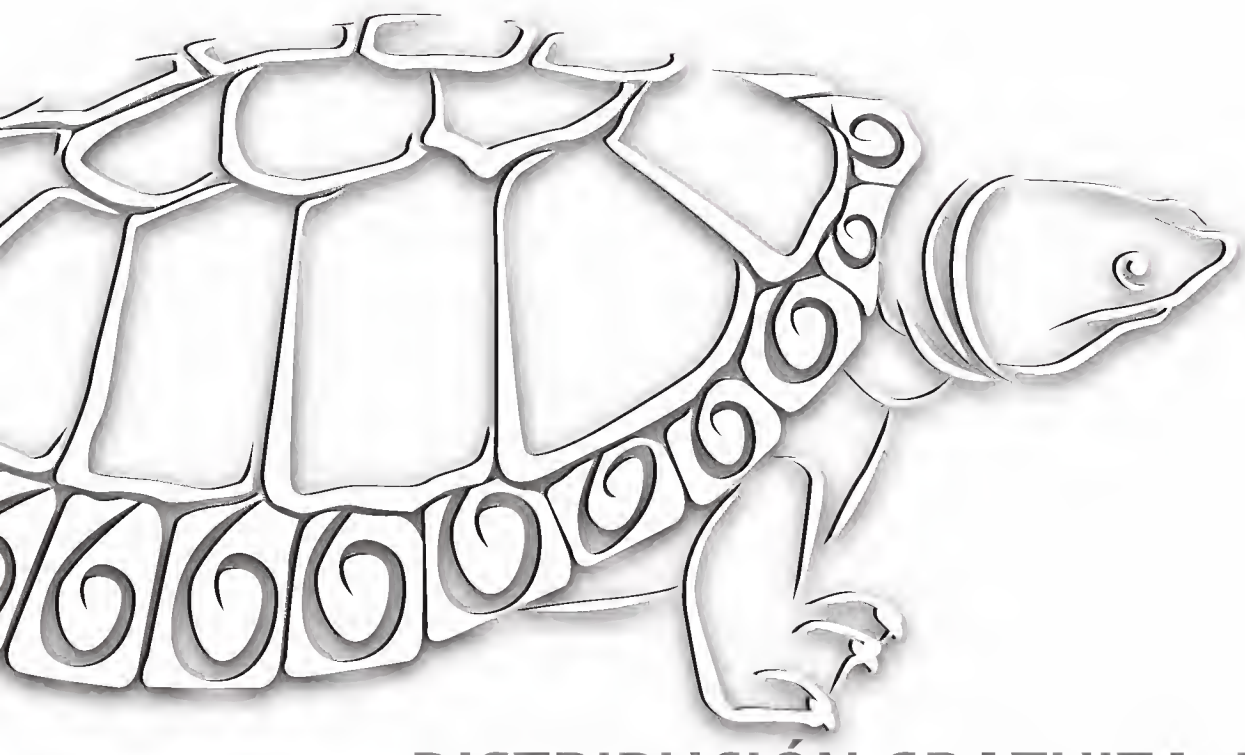
Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Palma-López, D.J., J. Cisneros, E. Moreno y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. Colegio de Postgraduados/ISPROTAB/Fundación Produce Tabasco A.C., Tabasco.

Porta, J., M. López-Acevedo y C. Roquero. 1999. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi-Prensa, Madrid.

Zavala-Cruz, J., O. Castillo, A.I. Ortiz *et al*. 2009. *Capacidad de uso del suelo urbano en Tabasco, con base en suelo, uso actual y vegetación*. Colegio de Postgraduados, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Erosión de suelos

David Jesús Palma López, Elvia Moreno Cáliz, Joaquín Alberto Rincón Ramírez, Marcos Antonio Morales Garduza y Raquel Jiménez Ramírez

Introducción

Los suelos son sistemas naturales con gran diversidad de plantas a las que dan soporte y aportan nutrientes. En la región tropical existen suelos con características únicas, influenciados notablemente por factores vivos y no vivos, particularmente climáticos, lo que provoca que sus procesos de formación sean intensos debido a la elevada actividad de organismos, altas temperaturas y precipitaciones. Estos suelos mantienen su fertilidad principalmente por la vegetación y, al perder su cobertura, se vuelven frágiles al manejo, lo que propicia que se remuevan y dispersen grandes cantidades de materia orgánica o partículas, fomentando pérdida de fertilidad y capacidad para retener la humedad. Los suelos de Tabasco son ejemplo de esta situación, ya que la desaparición de selvas para reorientar las tierras a actividades agrícolas y pecuarias ha originado problemas de degradación física, química y biológica. En este apartado se presentan los resultados obtenidos en algunos trabajos de diagnóstico de la erosión hídrica en Tabasco.

La degradación de los suelos

La formación de los suelos comprende procesos físicos, químicos y microbiológicos naturales que provocan la ruptura de rocas, junto con la adición de materia viva que inicia el ciclo de nutrimentos. La degradación de una extensión de tierra es un proceso de transformación a un espacio con menos vida, lo que destruye los ecosistemas y la productividad natural, con la consecuente pérdida del potencial económico de la superficie (Zarate y Ramírez 2004); sin embargo, comúnmente la degradación acelerada de la tierra se produce como resultado de la intervención humana en el ambiente (Stocking y Murnaghan 2003, Porta y López-Acevedo 2005).

En Tabasco se ha generado información acerca del aprovechamiento sustentable, potencialidad y uso actual de los suelos. No obstante, los procesos de degradación y erosión sólo se han limitado a evaluaciones, pero se carece de programas de restauración, aprovechamiento y conservación que permitan mitigar y revertir estos problemas. Una de las principales formas de degradación del suelo es la erosión hídrica, la cual se considera como la disminución del grosor del suelo que se encuentra en la parte superficial (horizonte A) debido al impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía que se genera por la saturación y el movimiento del agua acumulada (Figueroa *et al.* 1991, Leyden y Oldeman 1997).

Al respecto, se ha estimado que la cantidad de suelo salpicado por las gotas de lluvia es de 50 a 90 veces más grande que la de suelo arrastrado por el flujo superficial; además, en un suelo desnudo, las lluvias fuertes salpican alrededor de 25 t/ha (Morgan 1997). La mayoría de las investigaciones consideran el factor de cobertura del suelo como su principal agente de protección; es decir, la erosión puede ser muy dinámica en ausencia de vegetación, a lo que se añaden las condiciones del clima (Trueba *et al.* 2004). Algunos autores señalan que cuando se elimina la cubierta del suelo aumenta la erosión de manera considerable, y que este proceso se incrementa en menor o mayor medida en función de la distribución espacial de la cubierta vegetal (Rienzi *et al.* 1999).

Procesos degradativos

Debido al crecimiento de la población, en esta zona del trópico húmedo de México se han ocupado rápidamente tierras de primera calidad, además de incrementar el uso intensivo de tierras menos fértiles para abrirlas al cultivo, la ganadería o la extracción de madera. Este

Palma-López, D.J., E. Moreno C., J.A. Rincón-Ramírez, M.A. Morales-Garduza y R. Jiménez-Ramírez. 2019. Erosión de suelos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 35-40.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

cambio acelerado ha desnudado al suelo de su cubierta vegetal y se expone a las fuerzas abrasivas de lluvias de gran intensidad y duración.

Tabasco es un excelente ejemplo de lo que se podría denominar *desarrollo deteriorante* (Tudela 1992), porque las condiciones de calidad del ambiente no solo son deficientes, sino que han sufrido gran deterioro en las últimas décadas por la desaparición, casi completa, de sus selvas originales y las actividades agrícolas que requieren insumos tecnológicos en cantidad y complejidad crecientes, a lo que se asocian graves problemas de salud y desnutrición en la población. Tras una visión de aparente desarrollo se ha acelerado la degradación de sus recursos y, en especial, de sus suelos. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Colegio de Postgraduados (SEMARNAT y COLPOS 2002), Tabasco es uno de los tres estados más afectados por la degradación de sus suelos, principalmente de índole química y física, en su mayoría por inadecuadas prácticas agrícolas y pecuarias.

El proceso más agresivo es la degradación física causada por el sobrepastoreo y la degradación química provocada por el uso intensivo del suelo y el lavado de nutrientes. Debido a la fisiografía casi plana del estado, los procesos erosivos no son extensos pero sí intensos, sobre todo en la zona de la sierra, donde la fragilidad de los suelos y la deforestación han originado una significativa pérdida en la calidad de este recurso.

Medición de la erosión hídrica

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) explica que la erosión es un proceso natural o inducido por el hombre, que resulta de la interacción entre el agua y el viento sobre el suelo, lo que provoca el traslado de partículas del suelo de un lugar a otro (FAO 1980, Becerra 1999).

La erosión del suelo es un fenómeno complejo propiciado por diferentes factores y, para su evaluación, se han generado diversos métodos, lo que ha llevado a obtener distintas cifras de pérdida de suelo para una misma zona debido a las diferencias en el enfoque de evaluación. Conviene remarcar que la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS) ha sido el método más utilizado a escala mundial. Actualmente su simplicidad ha permitido articularlo a los sistemas de información geográfica, con resultados satisfactorios para elaborar planes de manejo y conservación del suelo (Flores-López *et al*. 2003).

Para evaluar los procesos de erosión por agua con la EUPS se requieren datos como relieve, clima, recursos hídricos e información fisiográfica, vegetación y tipos de suelo. Con este referente, y para fines de este estudio, se recolectaron datos fisiográficos, que mediante la aplicación de software compatible con sistemas de información geográfica, permitieron llevar a cabo su procesamiento y conformar una base de datos.

Según la EUPS, la función que describe el proceso erosivo es A = R K L S C P, modelo empírico en el que la pérdida de suelo (A) está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo, función que es resultado del efecto combinado de seis factores (Figueroa *et al*. 1991):

R: Factor de erosividad de la lluvia,
K: Factor de erosionabilidad del suelo,
L: Factor de longitud de pendiente,
S: Factor grado de la pendiente,
C: Factor uso y vegetación,
P: Factor prácticas de conservación.

Esta función expresa realmente la *erosión actual*, en la que los factores C y P pueden ser modificables, mientras que la *erosión potencial* se expresa como Ep = R K L S con parámetros inmodificables que reflejan la pérdida de suelo en caso de no haber cubierta vegetal ni prácticas de conservación (Flores-López *et al*. 2003).

Con base en lo anterior se calculó el valor de A para todo el estado y, mediante el uso de los sistemas de información geográfica, se obtuvo el mapa de erosión actual del estado a escala 1:250 000 (figura 1). De acuerdo con los valores para erosión por lluvia calculada en Tabasco (A) utilizando un factor R calculado a partir del Índice de Fournier (medido a partir del valor medio del mes de mayor precipitación entre el total de precipitación anual), se revelan pérdidas de suelo máximas de 107 t/ha al año en la sierra y mínimas debajo de 10 t/ha al año en la planicie. Estos resultados indican que la mayor erosión se registra en los municipios Balancán, Huimanguillo y Teapa, por lo que sus territorios requieren más atención y aplicación de programas de conservación.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

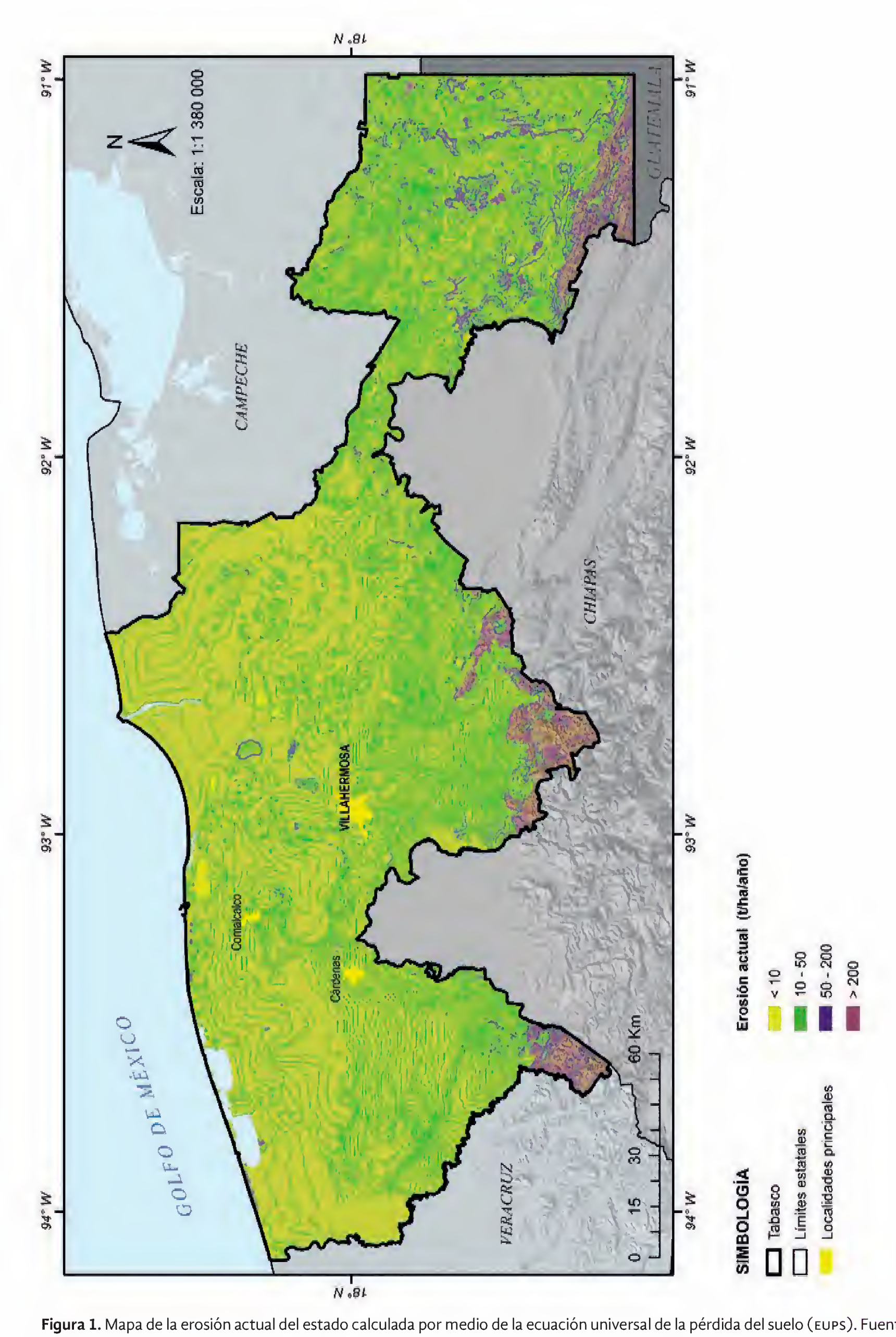


Figura 1. Mapa de la erosión actual del estado calculada por medio de la ecuación universal de la pérdida del suelo (EUPS). Fuente: adaptado de Palma-López *et al*. 2008.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Evaluación de la tasa de suelo perdido por erosión hídrica en Huimanguillo

Como una forma de corroborar los datos obtenidos por ecuaciones predictivas como la EUPS, existen metodologías para evaluar la pérdida de suelo directamente en campo. En esta sección se presentan algunos datos de evaluación de erosión hídrica en el municipio Huimanguillo a partir del establecimiento de 10 parcelas experimentales. El diseño se basó en la fisiografía del municipio, mediante una distribución de las parcelas a lo largo de la sierra, lomeríos y llanura aluvial (principales zonas fisiográficas del municipio; figura 2). Cada parcela experimental fue establecida en una hectárea, propiedad de diferentes productores de la zona.

En cada parcela se establecieron 16 puntos donde fueron enterrados tres tipos de materiales, ubicados de acuerdo con el nivel de la pendiente: un birlo, un clavo con corcholata y una corcholata sola, esto dependiendo de la metodología del *Manual de conservación de suelos y aguas* (Anaya *et al.* 1991). Esto permitió tomar mediciones mensuales, durante un año, de la pérdida de lámina de suelo con el uso de un vernier en cada parcela experimental.

Los resultados muestran que en la zona fisiográfica de la sierra se cuantificó la mayor pérdida de suelo por erosión hídrica, donde las parcelas 2 y 3 tuvieron índices considerados altos 188.4 y 113.1 t/ha/año respectivamente. La zona de lomeríos también presentó gran pérdida de suelo, en la parcela cinco con una pérdida de suelo acumulada de 60.4 t/ha/año. En lomeríos bajos (parcela siete), con vegetación forestal de eucalipto, se presenta una pérdida de suelo moderada con un máximo de 25.8 t/ha/año (cuadro 1).

En los dos sitios sobre la llanura aluvial con plantaciones de cacao se observó menor pérdida de suelo por erosión hídrica, 25.8 y 51.2 t/ha/año en las parcelas 9 y 10 respectivamente, en parte, se atribuye a la poca pendiente (<1%) que presentan. Sin embargo, en la parcela 10 con suelo Vertisol se observó un proceso de sedimentación que puede ser atribuido a la naturaleza del suelo, dado que tiene más arcillas expandibles, lo cual provoca que en época de lluvia el suelo se expanda y en época de secas el suelo se contraiga, por lo que la erosión cuantificada puede estar sobreestimada, ya que enmascara un proceso de sedimentación y movimiento de suelo, lo cual pudo provocar que se movieran los materiales indicadores de erosión.

Se cuantificó que las mayores pérdidas con relación al uso del suelo se presentan en los sitios de la zona sierra con uso de pastizales (figura 3), donde influyen fuertemente la pendiente, intensidad y duración de las precipitaciones (cuadro 1). Los resultados de esta evaluación muestran valores parecidos a los de la EUPS en las partes de sierra y lomeríos altos; sin embargo, no son congruentes los valores en los lomeríos bajos y la planicie, lo que indica que se debe trabajar con más intensidad en estas áreas, ya sea a nivel parcelario o con escalas mayores a 1:50 000.

Conclusión y recomendaciones

En el territorio de Tabasco no se perciben los problemas de erosión porque la mayor parte es de superficie plana; sin embargo, en las zonas fisiográficas de sierra y lomeríos con pendientes superiores a 10% se presentan serios problemas de erosión hídrica, principalmente en los suelos con uso de pastizales y cultivos intensivos

Cuadro1. Pérdida de suelo por erosión hídrica en el municipio Huimanguillo.

Parcela		Uso del suelo	Pendiente (%)	Pérdida de suelo (t/ha/año)	Clasificación (FAO 1980)
1	Sierra	Pastizal	33	102.4	Alta
2	Sierra	Pastizal	72	188.4	Alta
3	Sierra	Pastizal	35	113.1	Alta
4	Lomerío alto	Cítrico	10	61.3	Ligeramente alta
5	Lomerío alto	Pastizal	22	60.4	Ligeramente alta
6	Lomerío alto	Pastizal	18	51.1	Moderada
7	Lomerío bajo	Eucaliptos	1	20.5	Moderada
8	Lomerío bajo	Pastizal	2	50.0	Moderada
9	Llanura aluvial	Cacao	<1	76.7	Ligeramente alta
10	Llanura aluvial	Cacao	<1	74.1	Ligeramente alta

Fuente: Palma López *et al.* 2008.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

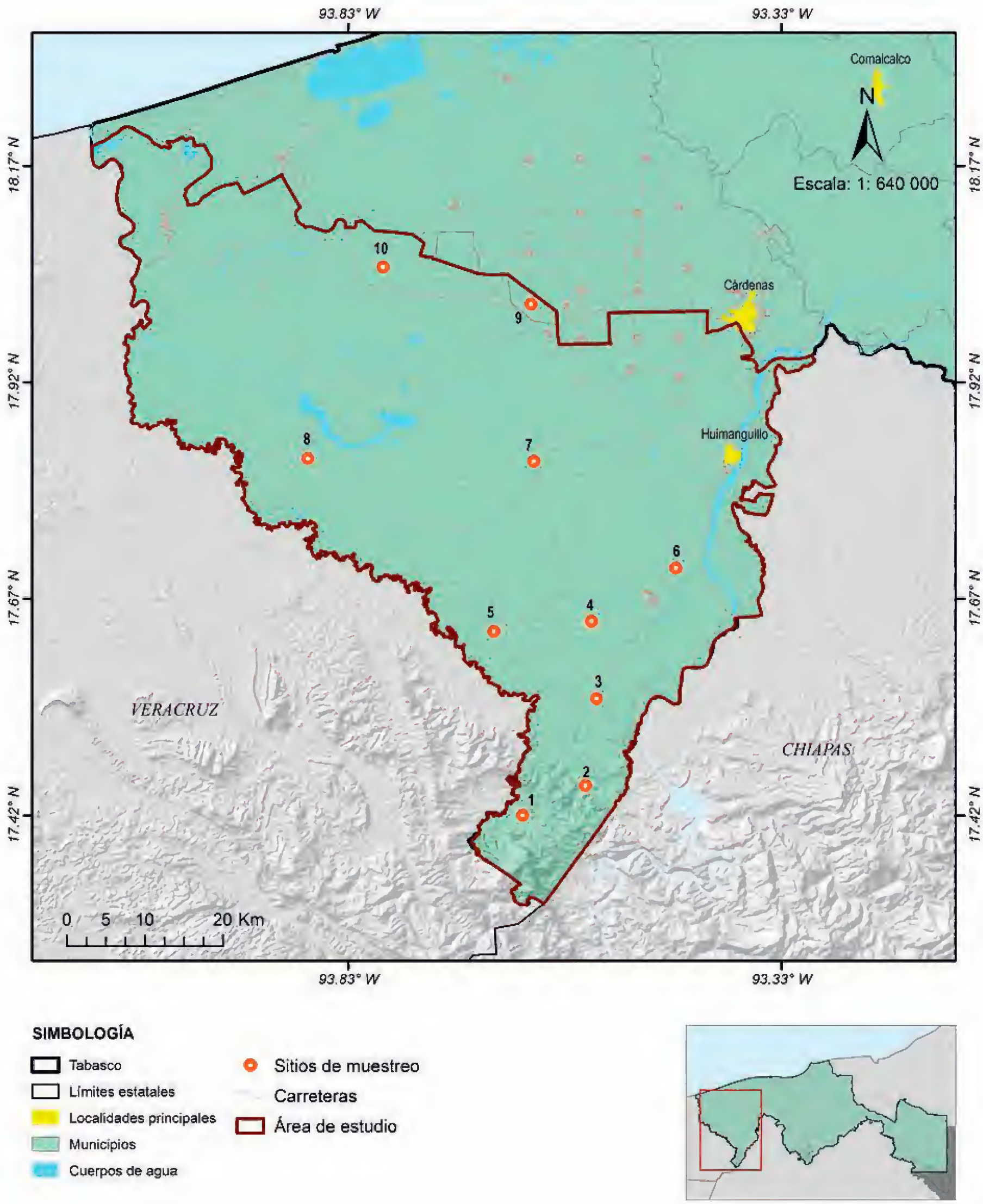


Figura 2. Distribución de parcelas experimentales en el municipio Huimanguillo. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Terrenos erosionados en la zona fisiográfica de la Sierra Tabasco. Fotos: Elvia Moreno Cáliz (a) y David J. Palma López (b).

como piña y cítricos. Para reducir estos problemas es necesario aplicar las técnicas de conservación de suelos que se incluyen en la sección *Acciones de conservación* en esta obra.

Referencias

Anaya, G.M., M.R. Martínez, A. Trueba *et al.*1991. *Manual de conservación de suelos y aguas*. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

Becerra, M.A. 1999. *Escorrentía, erosión y conservación de suelos*. UACH, Estado de México.

FAO. 1980. *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de suelos*. FAO/PNUMA, Roma.

Figueroa, S.B., A. Amante, H.G. Cortés *et al.* 1991. *Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión*. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

Flores-López, H., M. Martínez, J.L. Oropeza *et al.* 2003. Integración de la EUPS a un SIG para estimar la erosión hídrica del suelo en una cuenca hidrográfica de Tepatitlán, Jalisco. *Terra Latinoamericana* 21(2):233-244.

Leyden, G.W.A. y L.R. Oldeman. 1997. The assesment of the status of human-induced soil degradation in south and southeast Asia. PNUMA/FAO/ISRIC, Holanda.

Morgan, R.P.C. 1997. *Erosión y conservación del suelo*. Mundi-Prensa, Madrid.

Palma-López, D.J., E. Moreno-Cáliz, J.A. Rincón-Ramírez y E.D. Shirma-Torres. 2008. *Degradación y conservación de los suelos del estado de Tabasco*. Colegio de Postgraduados/CONACYT/CCYTET, Tabasco.

Porta, C.J. y R.M. López-Acevedo. 2005. *Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi-Prensa, Madrid.

Rienzi, E.A., A.E. Maggi, S.M. Stella y C.P. Movia. 1999. Factores que regulan la erosión hídrica en la cuenca del río Santa María, Provincia de Catamarca, Argentina. *Terra Latinoamericana* 17(1):45-49.

SEMARNAT y COLPOS. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Colegio de Postgraduados. 2002. Evaluación de la degradación de la tierra causada por el hombre en la república mexicana, escala 1:250,000. Memoria Nacional 2001-2002, México.

Stocking, M. y N. Murnaghan. 2003. *Manual para la evaluación de campo de la degradación de la tierra*. Mundi-Prensa, Madrid.

Trueba, E.A., J.L. Oropeza, C.A. Ortiz *et al.* 2004. Identificación de zonas erosionadas mediante el tratamiento de imágenes digitales con una red neuronal. *Agrociencia* 38(6):573-581.

Tudela, F. 1992. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco. Proyecto integrado del golfo*. El Colegio de México, México.

Zarate, Z.R y G.M.E. Ramírez. 2004. *Metodología estadística para la interpretación de datos sobre degradación de la tierra*. UACH, Estado de México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Inundaciones

Eugenio Carrillo Ávila, Rigoberto González Mancillas, José Francisco Juarez López, José Jesús Obrador Olán y Víctor Hugo Quej Chi

Introducción

En Tabasco, las inundaciones que se presentaron de manera recurrente e intensa de 2007 a 2010. Éstas constituyeron una amenaza para la biodiversidad, y fueron generadas principalmente por los siguientes factores:

a) Modificación del entorno natural por el ser humano (asentamientos poblacionales, obras públicas y actividades productivas).
b) Lluvias en las cuencas de los ríos Grijalva y Usumacinta, que han aumentado su intensidad y duración debido a fenómenos meteorológicos como los huracanes del océano Pacífico, mar Caribe y golfo de México.
c) Escurrimientos del sistema de presas del Alto Grijalva en el vecino estado de Chiapas (Chicoasén, Angostura, Malpaso y Peñitas).

Partiendo de estos tres factores se han generado escenarios y líneas de acción para reducir los impactos negativos de las lluvias, así como criterios para la ejecución de obras civiles construidas con ese propósito que a su vez limite los efectos adversos en comunidades, sectores productivos y biodiversidad. Se presenta un resumen del enfoque más utilizado para analizar el comportamiento probabilístico de las lluvias (véase Análisis pluviométrico en la cuenca Cárdenas-Comalcalco, como herramienta para la prevención de inundaciones, en esta obra), y se complementa con el uso de información topográfica, de tipo de suelos y de vegetación.

Análisis de las inundaciones

En los últimos años se han presentado inundaciones frecuentes y severas, como las ocurridas en 2007, 2008, 2009 y 2010. En 2007 la inundación de la ciudad de Villahermosa rebasó los niveles de años anteriores en cuanto a la elevación de las aguas (figura 1). Este fenómeno se repitió, con menor intensidad, en 2008, 2009 y 2010, en otras zonas de la entidad.

La probabilidad de que sucedan eventos máximos de lluvia está relacionada con el concepto conocido como *periodo de retorno*, definido como el tiempo promedio (en años) que transcurre entre la ocurrencia de dos lluvias de al menos igual intensidad máxima. Numéricamente, es igual al inverso de la probabilidad de ocurrencia de una lluvia máxima.

Por otra parte, la probabilidad empírica constituye una estimación de la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo de lluvia en un año dado. Para calcularla se determinan los valores máximos anuales de intensidad de eventos de lluvia de diferentes duraciones (León y Palacios 1977).

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia son una herramienta muy utilizada en ingeniería para planear, diseñar y operar proyectos hidráulicos, así como para proteger obras de ingeniería contra avenidas (crecientes de ríos y arroyos) máximas (Koutsoyiannis *et al.* 1998). Resultan de unir los valores de intensidad máxima de la lluvia, para una determinada duración que corresponden a una misma frecuencia o periodo de retorno (Témez 1978).

Finalmente, el modelo digital de elevación (MDE) se define como una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno (Felicísimo 1994), que permite analizar la superficie del terreno, ya que describe

Carrillo-Ávila, E., R. González-Mancillas, J.F. Juarez-López, J.J. Obrador-Olán y V.H. Quej-Chi. 2019. Inundaciones. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 41-42.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Vista de casas de Villahermosa durante la inundación de 2007. Foto: Joel Zavala Cruz.

la forma del paisaje y la influencia de la topografía en procesos ambientales, como el flujo de agua (Gallant y Wilson 1996). En los últimos 10 años se han desarrollado innovadores modelos de simulación hidrológicos que permiten representar la variabilidad espacial de la mayoría de las características superficiales de la Tierra. De especial utilidad es la herramienta ArcHydro, modelo de datos geoespacial y temporal para información hidrológica, que puede definirse como una base de datos geográfica mediante un diseño extensible, flexible y adaptable a las necesidades del usuario (Smith 1995).

Referencias

Gallant, J.C. y J.P. Wilson. 1996. Tapes: a grid-based terrain analysis program for the environmental sciences. *Computers & Geosciences* 22(7):713-722.

Felicísimo, A. 1994. *Modelos digitales de terreno: introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. Pentalfa, Oviedo.

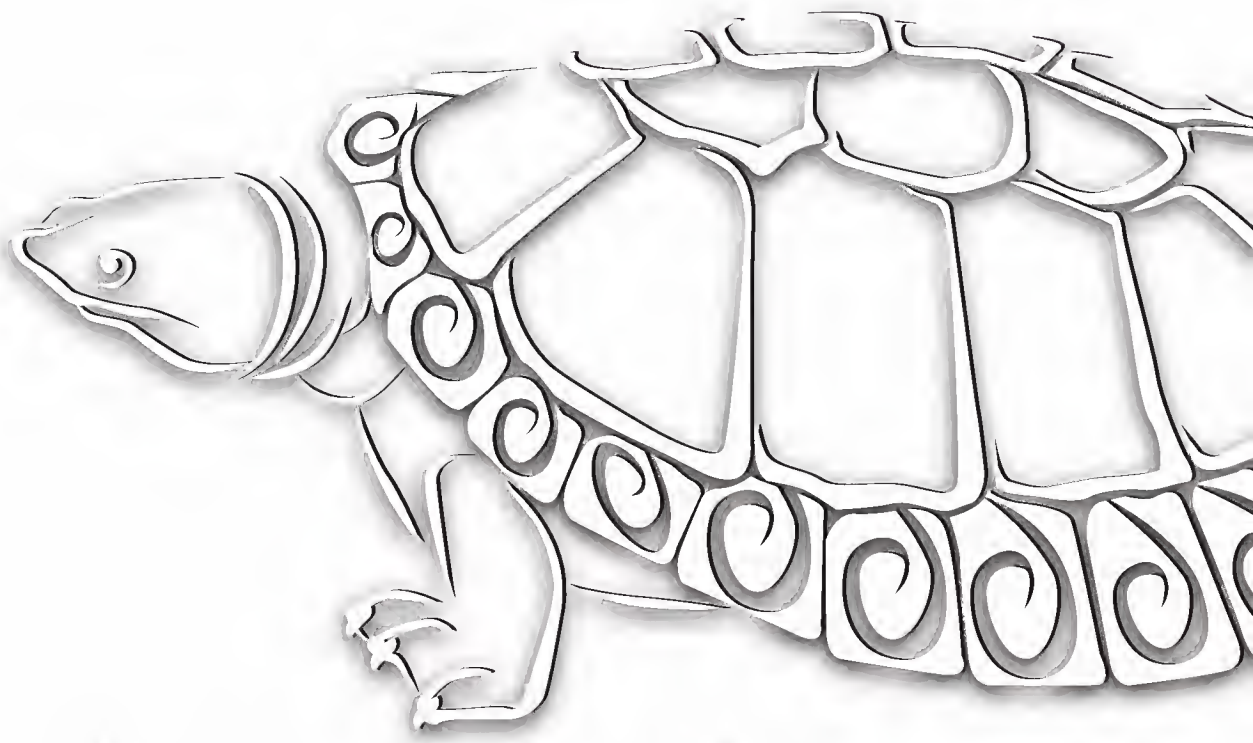
Koutsoyiannis, D., D. Kozonis y A. Manetas. 1998. A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships. *Journal of Hydrology* 206:118-135.

León, Z.S. y V. Palacios. 1977. Bondad de ajuste de algunas funciones probabilísticas a la distribución de lluvia. *Revista Agrociencia* 27:51-6.

Smith, T. 1995. Oracle, ESRI team up for spatial data. Computer Reseller News, September 18, 1995.

Témez, J. 1978. *Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Análisis pluviométrico en la cuenca Cárdenas-Comalcalco, como herramienta para la prevención de inundaciones

Eugenio Carrillo Ávila, Rigoberto González Mancillas, José Francisco Juarez López, José Jesús Obrador Olán y Víctor Hugo Quej Chi

Área de estudio

La cuenca Cárdenas-Comalcalco abarca 274 255.32 ha, comprende casi todo el municipio Cárdenas y parte de los municipios Comalcalco, Huimanguillo y Paraíso. Presenta un clima del tipo Am (f) (García 1981), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, temperatura y precipitación promedio anuales de 26°C y 2 000 mm, respectivamente. El estudio se basó en la información pluviométrica histórica de 11 estaciones meteorológicas dentro y en las aproximaciones de la cuenca, reportada por González (2010) (figura 1, cuadro 1).

Análisis de la información pluviométrica y pluviográfica

Se calcularon magnitudes e intensidades de eventos de lluvia con diferentes duraciones, y se seleccionaron los eventos máximos para cada uno de los años con datos en cada estación. Los eventos máximos de lluvia, de diferente duración, fueron ordenados de menor a mayor, asociándoles una probabilidad empírica (León y Palacios 1977) creando series de pares de valores probabilidad empírica acumulada-intensidad de lluvia máxima, sobre los que se ajustó la función Gumbel (Gumbel 2004). Para verificar el ajuste de los datos se hizo la prueba propuesta por Kolmogorov-Smirnov (Massey 1951). El ajuste a la función Gumbel sirvió para posteriormente calcular la intensidad de una lluvia de duración y periodo de retorno cualesquiera en todas las estaciones meteorológicas. Al utilizar esta información se ajustó el modelo propuesto por Koutsoyiannis *et al.* (1998) para construir las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) de cada estación y generalizar el cálculo de intensidades máximas de lluvia para cualquier periodo de retorno (probabilidad de ocurrencia) y duración de la lluvia.

Cuadro 1. Estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca Cárdenas-Comalcalco, cuya información fue usada en el presente trabajo.

Núm.	Estación meteorológica	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM (zona 15)		Altitud (msnm)	Periodo de información		Años con datos
		Latitud	Longitud	X	Y		Inicio	Fin	
1	Cangrejera	18.10583333	94.33138889	359129.70	2002403.31	21	2000	2006	6
2	Km 21	17.98526237	93.58961859	437575.35	1988654.21	14	1993	2006	13
3	C-11	18.30069049	93.55011454	441862.21	2023540.93	8	1972	1986	14
4	C-32	17.97225564	93.51168871	445822.24	1987190.67	28	1972	1998	26
5	Ew k21	18.00070760	93.61678155	434705.12	1990372.44	15	1961	1999	38
6	Comalcalco	18.24214937	93.22026756	476713.89	2016990.36	17	1965	2000	35
7	Encrucijada	18.30069244	93.48343970	448908.76	2023521.19	7	1965	1979	14
8	La Venta	18.13403412	94.01679250	392436.71	2005311.74	8	1963	1982	19
9	Paraíso 2	18.40068817	93.21677093	477104.40	2034530.72	2	1949	2000	51
10	C-16	18.11664734	93.50473365	446602.25	2003164.16	10	1972	1999	27
11	C-22	18.07297005	93.63333899	432979.60	1998373.61	24	1972	1999	27

Fuente: González 2010.

Carrillo-Ávila, E., R. González-Mancillas, J.F. Juarez-López, J.J. Obrador-Olán y V.H. Quej-Chi. 2019. Análisis pluviométrico en la cuenca Cárdenas-Comalcalco, como herramienta para la prevención de inundaciones. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 44-51.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Por ejemplo, con cinco años de periodo de retorno y una duración de 10 horas, en la estación Km 21 se esperaría una lluvia de 7 mm/h de intensidad, con una acumulación de 70 mm durante el evento de lluvia. Para el resto de las estaciones se pueden calcular, de manera similar, láminas de agua esperadas con diferentes periodos de retorno y duraciones de eventos de lluvia.

Mapas de lluvia con diferentes duraciones y periodos de retorno

Con la información de las curvas IDF de las estaciones se construyeron mapas de isoyetas (líneas que unen puntos de un plano cartográfico y que presenta el mismo índice de pluviosidad) de intensidades máximas de lluvia de 5, 10, 24 y 48 horas de duración con diferentes periodos de retorno. Con estos se calcularon valores de intensidad máxima de la lluvia para cada una de las celdas en las que se subdivide el área de la cuenca, lo que permitió hacer cálculos con sus valores para estimar el volumen de agua de lluvia en la cuenca. Las zonas con mayor precipitación se ubican en el municipio Comalcalco y en una parte del municipio Huimanguillo: con un periodo de retorno de 20 años se tiene una intensidad de la lluvia de 9 a10 mm/h, lo que alcanza una precipitación acumulada en 48 horas de 480 mm que equivale a una cuarta parte de la precipitación promedio anual.

Estimación de las áreas susceptibles a la inundación en la cuenca

Teniendo como referencia las intensidades máximas de lluvia con una duración de 48 h y 100 años de periodo de retorno (lluvia que se presenta en promedio una vez cada 100 años), se calcularon los volúmenes de agua que pueden precipitarse en las diferentes regiones de la cuenca Cárdenas-Comalcalco. A partir de esto se calcularon los volúmenes de agua susceptibles de escurrir y causar inundaciones.

Asimismo, se consideraron las diferentes elevaciones del terreno. Para ello, se utilizaron los modelos de elevación digital (MDE) del INEGI (2001) y de la NASA, así como fotografías áreas a escala. Se identificaron con colores intensos las zonas más altas (figura 2).

La identificación de zonas inundables se sustentó en la identificación de las partes bajas de la cuenca hacia donde fluiría el agua durante una lluvia. Además, se localizaron las depresiones aisladas donde se puede acumular el agua (Neteler y Mitasova 2005, Srinivasan 2006). Con ambos procedimientos se definieron las áreas susceptibles de inundación que se presentan en la figura 3, localizadas al este en el municipio Paraíso, y un área importante dentro del municipio Cárdenas. De las 274 255.3 ha que comprende la superficie total de la cuenca Cárdenas-Comalcalco, 23 473.84 ha tienen riesgo de inundarse.

Verificación de la precisión del procedimiento usado

Para elaborar mapas de riesgos por inundaciones, Díez (2002) y Lastra *et al.* (2008) sugieren tener en consideración las inundaciones históricas. Por lo tanto, se compararon las áreas con riesgos a inundación con las realmente afectadas en octubre y noviembre de 2007, declaradas como el desastre con más daños y pérdidas en la historia de Tabasco (ERN 2007). En la figura 4 se muestran las zonas afectadas por la inundación del 2007 en una superficie de 38 768.27 ha con base en el polígono de afectaciones elaborado por varias instituciones mediante el uso de imágenes de radar y SPOT tomadas en el periodo de inundación (El Colegio de la Frontera Sur; Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco; Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Tabasco; Secretaría de Asentamientos y Obras Públicas; Instituto Nacional de Estadística y Geografía; Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca; Secretaría de Planeación; y MapAction).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

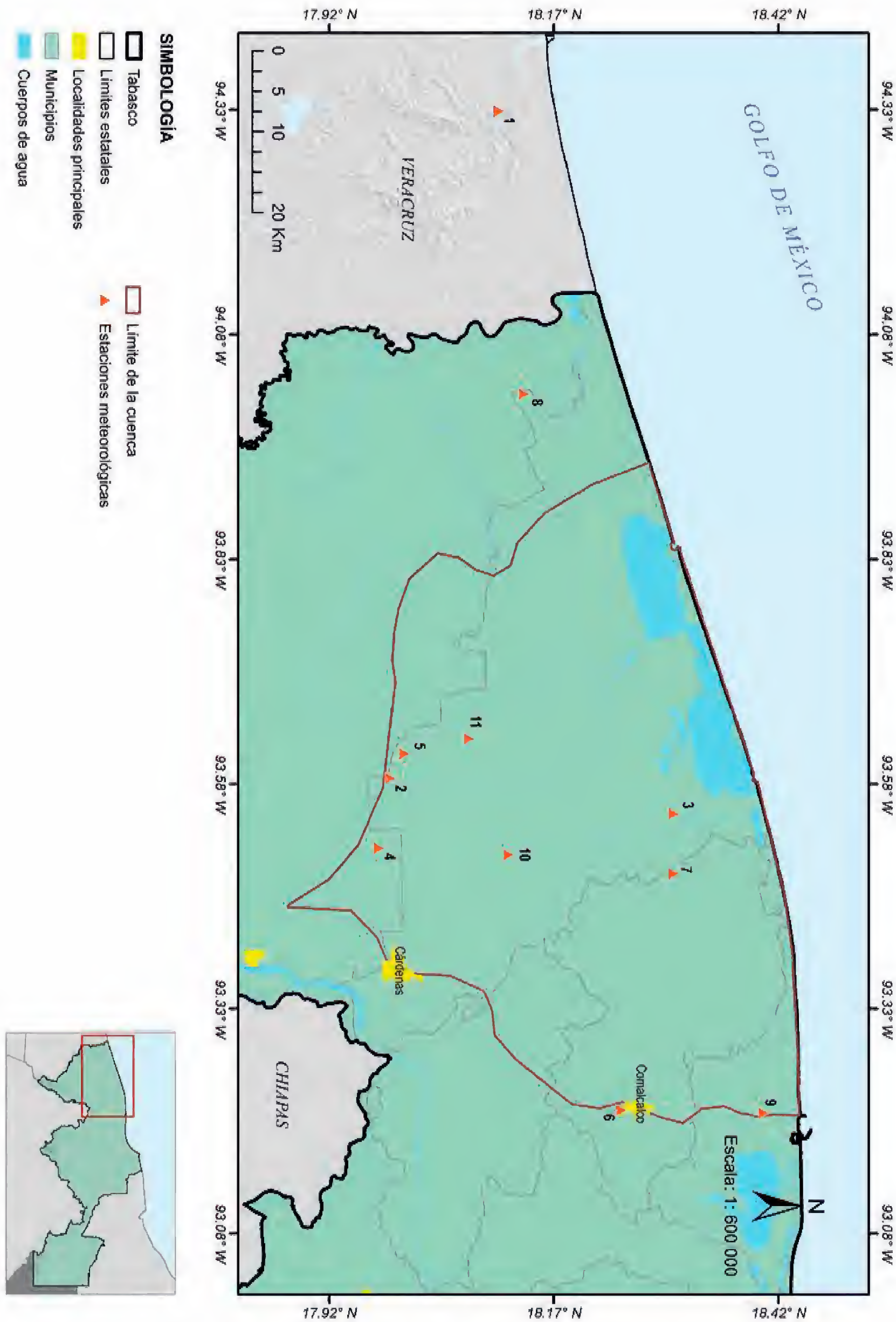


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y localización de las estaciones meteorológicas. El área delimitada corresponde a la cuenca Cárdenas-Comalcalco bajo estudio. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

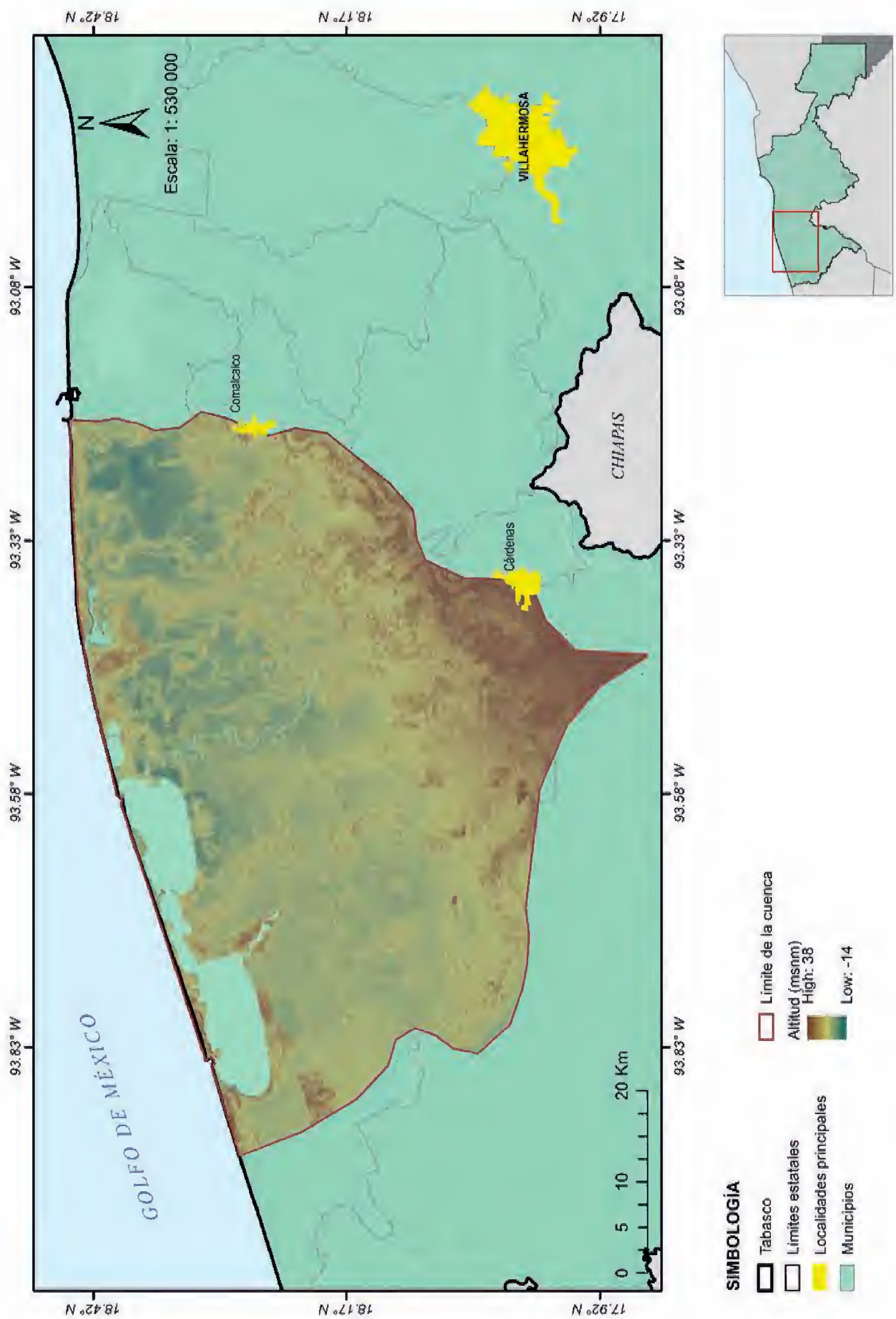


Figura 2. Modelo digital de elevaciones de la cuenca Cárdenas-Comalcalco. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

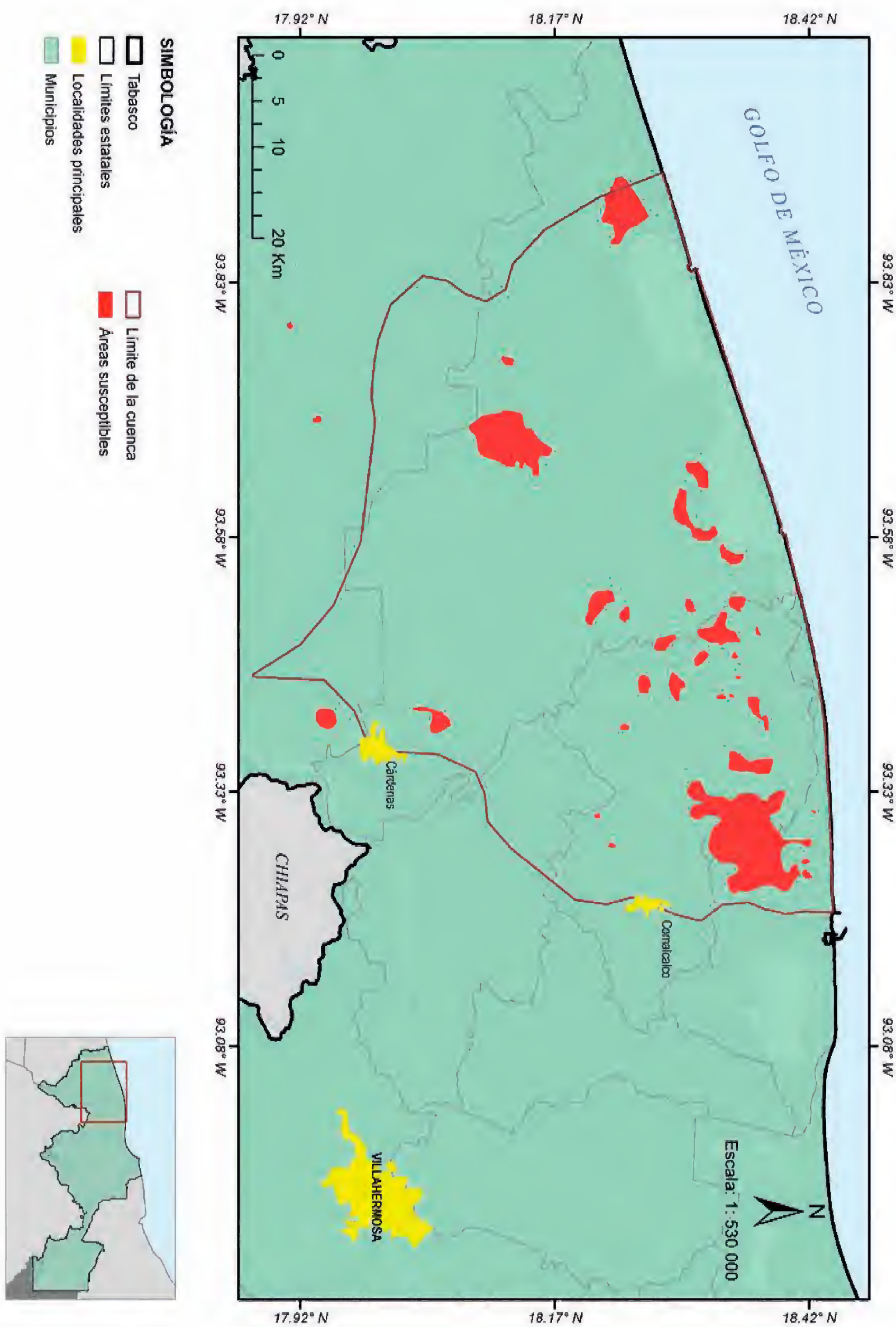


Figura 3. Superficies susceptibles a la inundación (en rojo) en la cuenca. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

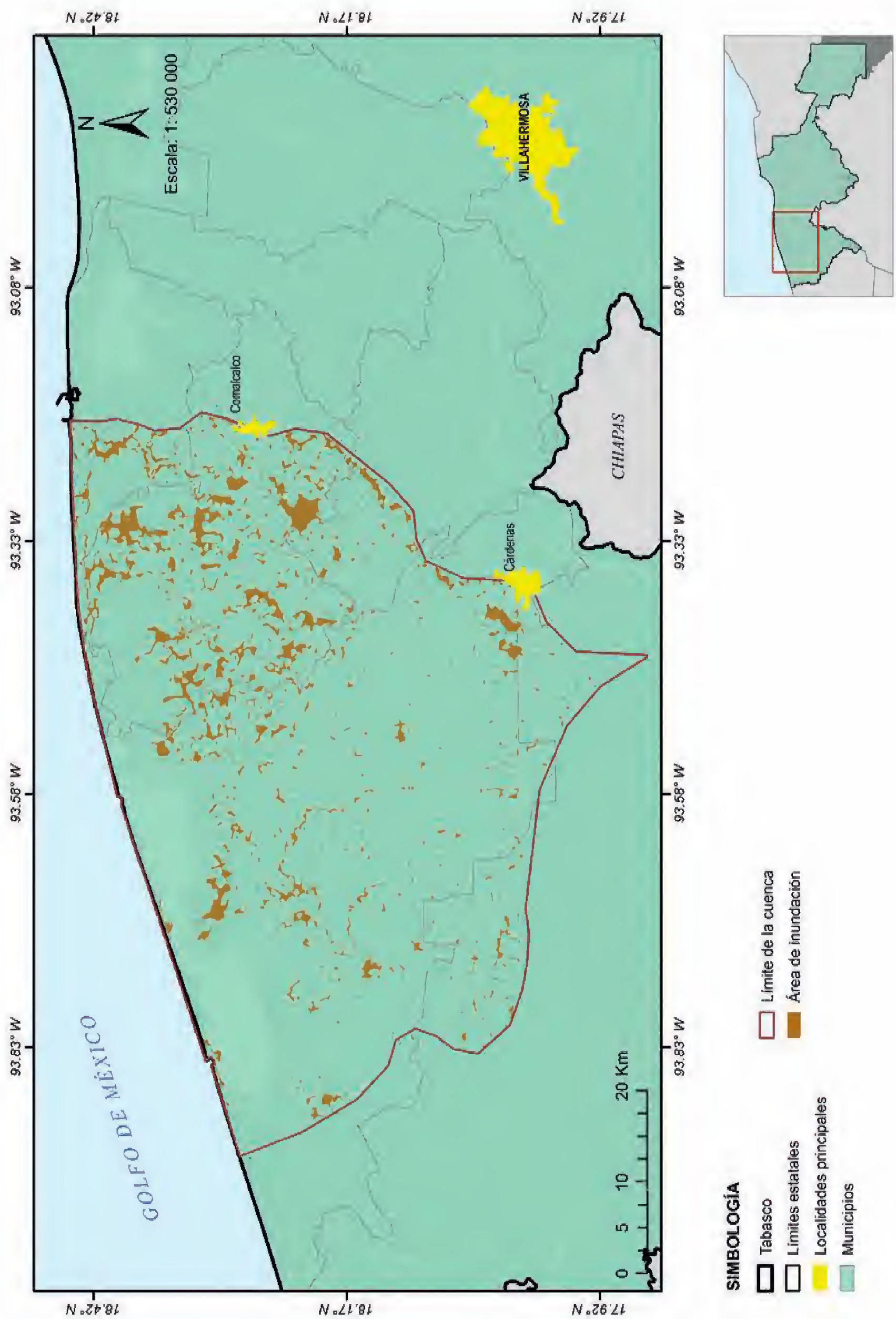


Figura 4. Áreas afectadas por inundación en la cuenca Cárdenas-Comalcalco en octubre de 2007. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

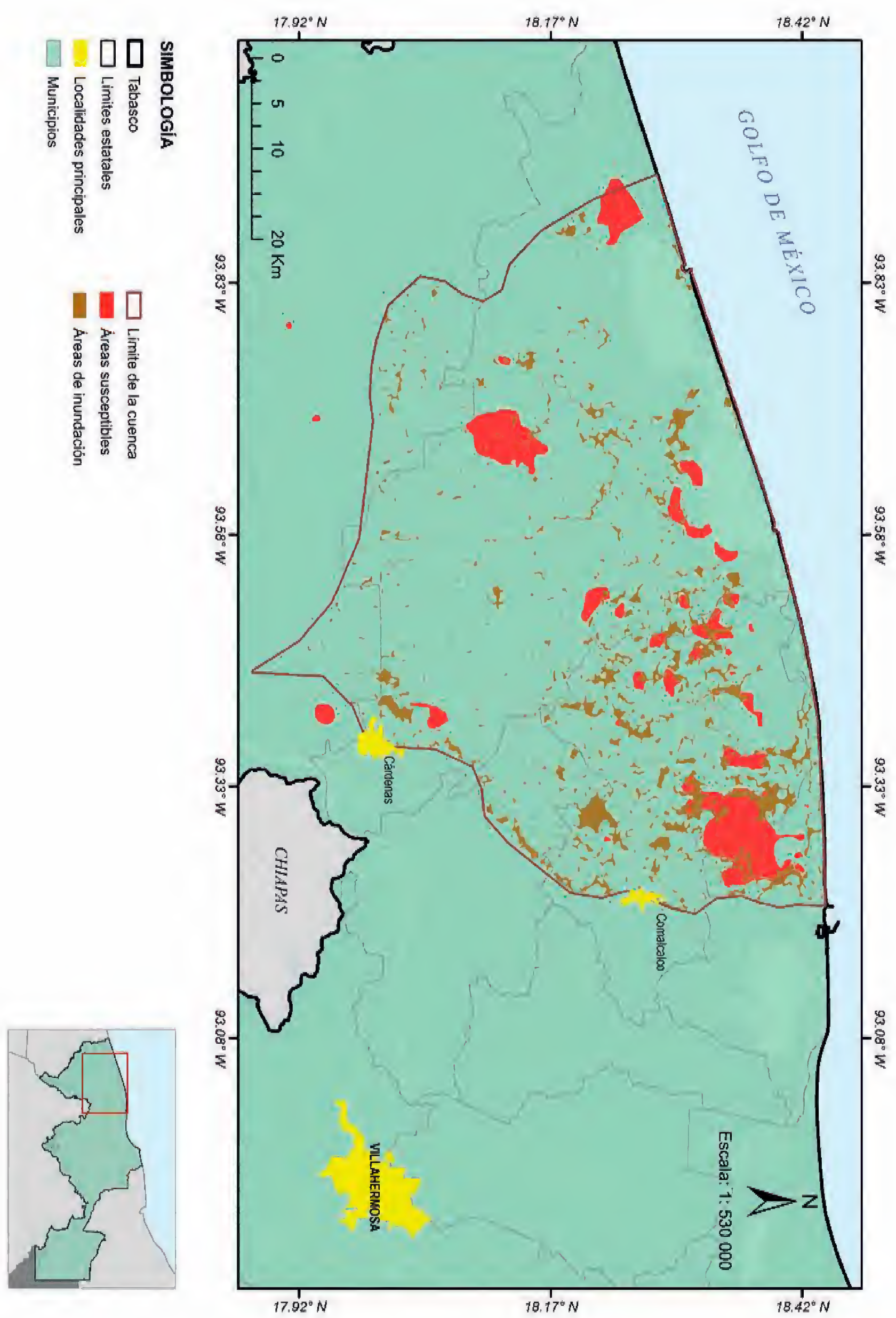


Figura 5. Comparación de las áreas susceptibles a la inundación definidas con base en el modelo digital de elevaciones (rojo) y las afectadas realmente por inundaciones durante octubre y noviembre de 2007 (café claro) en la cuenca. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En la figura 5 se muestra el mapa que se obtuvo de la superposición de los mapas de las figuras 3 y 4. Las zonas con riesgo de inundaciones generadas con el uso del MDE se indican en color rojo, y los tonos café claro corresponden a las zonas con afectaciones reales de inundación en la cuenca. Se puede apreciar que existen coincidencias notables pero, al ser una cuenca extremadamente plana, el MDE utilizado no detectó zonas de depresiones aisladas y con superficies pequeñas identificadas mediante fotografías aéreas y satelitales. Los errores en el MDE se originaron por la deficiencia en el filtrado de las masas arboladas, localizados en las orillas de las lagunas del Carmen y la Machona; sin embargo, el uso de estas herramientas, que están siendo perfeccionadas, se presenta como bastante promisorio para identificar zonas con riesgo de inundación debido a lluvias con una probabilidad de ocurrencia conocida.

Las zonas con riesgos de inundación se localizan al noroeste y noreste, con una extensión de 23 473.84 ha. Los riesgos de inundación de los núcleos poblacionales se incrementan según se avanza a la costa. Las poblaciones más susceptibles a inundaciones son Villa Carlos Green, Villa Tecolutilla, El Retiro, El Guayo, El Milagro y El Golpe.

Referencias

Díez, H.A. 2002. Aplicaciones de los sistemas de información geográfica al análisis del riesgo de inundaciones fluviales. En: *Los sistemas de información geográfica en la gestión de los riesgos geológicos y en el medio ambiente.* Laín-Huerta, L. (ed.). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 87-112.

ERN. Evaluación de Riesgos Naturales. 2007. Inundación en Tabasco por eventos meteorológicos. En: ‹*http://www.ern.com.mx/boletines/InformesDanos/071107-I.pdf*›, última consulta: noviembre de 2016.

García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

González, M.R. 2010. *Evaluación de riesgos a inundaciones en la cuenca Cárdenas-Comalcalco, Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Tabasco.

Gumbel, E.J. 2004. *Statistics of extremes*. Dover Publications, Nueva York.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. *Síntesis de información geográfica del estado de Tabasco*. INEGI, México.

Koutsoyiannis, D., D. Kozonis y A. Manetas. 1998. A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships. *Journal of Hydrology* 206:118-135.

Lastra, J., E. Fernández, A. Díez y J. Maquines. 2008. Flood hazard delineation combining geomorphological and hydrological methods: an example in the northern Iberian Peninsula. *Natural Hazards* 45:277-293.

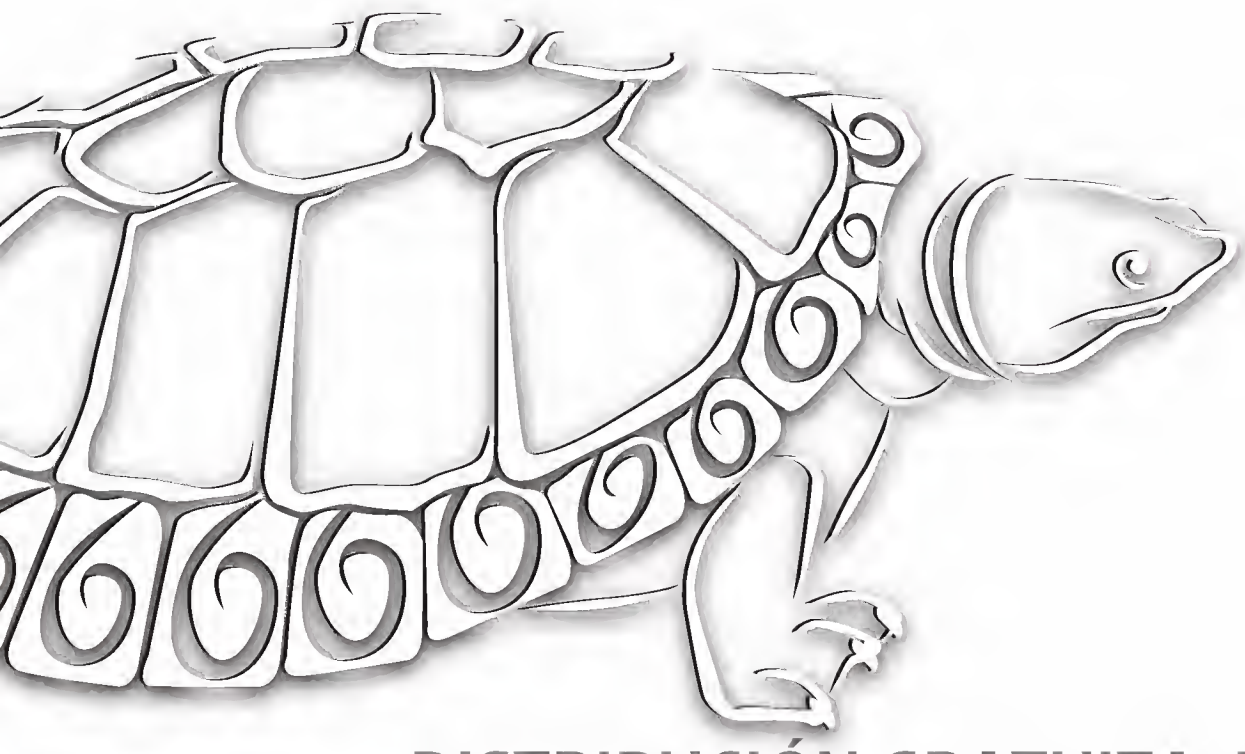
León, Z.S. y V. Palacios. 1977. Bondad de ajuste de algunas funciones probabilísticas a la distribución de lluvia. *Revista Agrociencia* 27:51-6.

Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association* 46:68-78.

Neteler, M. y H. Mitasova. 2005. *Open source GIS: a GRASS GIS approach*. Springer, Boston.

Srinivasan, R. 2006. Filters and generates a depression less elevation map and a flow direction map from a given elevation layer. r. fill. dir. Módulo incluido en: Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación y degradación de las tierras forestales

Bernardus Hendricus Jozeph de Jong, Marcela Itzel Olguín Álvarez y Verónica de la Cruz Arias

Introducción

En las últimas décadas, el cambio climático[1] ha sido uno de los temas centrales de las agendas gubernamentales de todas las naciones. Las predicciones de sus impactos al ambiente y a las sociedades humanas han motivado la creación de acuerdos multinacionales con el fin de mejorar la evolución del proceso y establecer mecanismos para mitigar sus efectos negativos y la adaptación a las condiciones futuras esperadas.

Uno de los acuerdos de cooperación más reconocidos, con cerca de 190 países miembros, es la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Con el principio de "acciones comunes pero diferenciadas", la Convención dispone que los países signatarios cuantifiquen el impacto de sus actividades humanas sobre la emisión neta a la atmósfera de los llamados gases de efecto invernadero (GEI), precursores directos del cambio climático (CMNUCC 1992).

México es miembro de la Convención y, hasta 2010, es la única nación en vías de desarrollo en haber publicado cuatro inventarios nacionales de GEI. En México se ha realizado un esfuerzo constante por actualizar y mejorar dichos inventarios, conforme a las metodologías propuestas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC 1996, Penman *et al.* 2003). El gobierno de México lleva a cabo, a través del Instituto Nacional de Ecología (actualmente, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC), acciones orientadas a reducir el nivel de incertidumbre en las estimaciones de emisiones y con ello complementar la información reportada a escala nacional, mediante la elaboración de inventarios de GEI en todos los estados (SEMARNAT 2009).

El presente estudio muestra los cálculos más relevantes acerca de las emisiones de dióxido de carbono (principal gas de efecto invernadero) derivadas del uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS) en Tabasco, y se propone cuantificar las emisiones por cambio de uso de suelo, manejo de bosques, incendios, extracción de madera y leña, ya que, después del sector energético, el sector USCUSS es de los que más impacto tienen en el balance neto de emisiones de GEI a la atmósfera.

A escala mundial, las emisiones netas de GEI alcanzan entre 12 y 15% (Van der Werf *et al.* 2009), mientras que en terreno nacional se contribuye con casi 10% del balance total (SEMARNAT 2009). Los métodos y resultados que a continuación se presentan ponen el énfasis en la cuantificación del efecto de la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales en las emisiones de GEI estatales, dado que son los procesos más importantes en cuanto a su impacto en la biodiversidad de la entidad. La información que se presenta es parte del primer esfuerzo sobre el inventario de emisiones de GEI para Tabasco y de los primeros en publicarse, a esta escala, en el país.

En este caso se abordan los cálculos de emisiones derivadas de los procesos de deforestación y degradación de los ecosistemas forestales de Tabasco, en el periodo que comprenden los mapas de uso de suelo y vegetación disponibles del INEGI (INEGI 1993, 2002, 2007).

[1] El cambio climático se refiere a las modificaciones en el clima que son derivadas de las alteraciones en la composición química global de la atmósfera (por una mayor concentración de gases de efecto invernadero) que se atribuye directa o indirectamente a actividades humanas, la cual es adicional a la variabilidad climática observada en periodos de tiempo comparables (CMNUCC 1992).

De Jong, B.H.J., M. Olguín-Álvarez y V. De la Cruz-Arias. 2019. Emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación y degradación de las tierras forestales. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 53-63.
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Reservorios de carbono en ecosistemas terrestres

El PICC sugiere que se agrupen todos los elementos que contienen carbono en la biomasa viva, la materia orgánica muerta y los suelos, en los cinco principales depósitos descritos en el cuadro 1 (Penman *et al.* 2003).

Para calcular los flujos de GEI que se producen a partir de los procesos de deforestación de la cobertura forestal en el estado, se debe contar con dos fuentes de información: el número de hectáreas de cada tipo de bosque que se convierte anualmente en un uso de suelo no-bosque (pastizal, agricultura, asentamientos humanos, etc.), y la cantidad de carbono que se pierde en cada proceso de cambio de uso de suelo por hectárea. Para los procesos de degradación forestal, la información que se requiere es similar al caso anterior, con excepción de que se consideran las modificaciones anuales de las superficies de bosques intactos a bosques degradados.

En términos generales, el cálculo de las superficies que cambian cada año se hace con base en series de mapas de uso de suelo y vegetación de diferentes años elaborados en forma consistente, es decir, usando el mismo sistema de clasificación, método de delimitación de los polígonos y escala de trabajo. En México sólo hay una fuente de mapas disponible que cumple con los criterios antes mencionados: los mapas de uso de suelo y vegetación elaborados por el INEGI (INEGI 1993, 2002, 2007; figura 1).

Además de la información de las superficies de cambio por año, el cálculo del contenido de carbono en el tiempo (densidad por unidad de superficie) requiere que se midan los depósitos de carbono en los diferentes tipos de uso de suelo (p.e. bosques intactos, bosques degradados, pastizales y agricultura). En este estudio, la estimación de la densidad de carbono en biomasa se basó en la información dasométrica (estimaciones de masa forestal) derivada de los conglomerados medidos en el Inventario Nacional Forestal y de Suelo 2004-2007 (CONAFOR 2004, 2007). Debido a la limitada cantidad de conglomerados por tipo de cobertura forestal presentes en el estado fue necesario incluir más conglomerados del inventario de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) con la misma información de tipo de cobertura en Chiapas y Campeche (figura 2).

Metodología aplicada

Los procesos de cambio de uso de suelo para los cuales se calculan las emisiones de CO_2 incluidos en este trabajo se muestran en la figura 3.

Las tasas anuales de deforestación y degradación se obtuvieron a partir de sobreponer (empleando sistemas de información geográfica) los tres mapas de uso de suelo y vegetación del INEGI (INEGI 1993, 2002, 2007). Las superficies de cambio de cada tipo de bosque a no-bosque (pastizal, agricultura anual, agricultura con perennes o agroforestería, tular y popal) y los tipos de bosque intacto a bosque degradado fueron anualizadas al dividir el área transformada en el periodo, entre los años que abarca ese lapso; es decir, nueve años para el periodo de 1993 a 2002 y cinco años para 2002 a 2007.

Los factores de emisión por deforestación y degradación se calcularon a partir de la diferencia de las densidades de la materia seca de la biomasa y de la materia orgánica del suelo (MOS) entre la cobertura original y la que cambió. Las densidades de materia seca de biomasa para cada tipo de cobertura forestal se derivaron de los datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de la CONAFOR, periodo de 2004 a 2007,

Cuadro 1. Depósitos de carbono en ecosistemas terrestres.

Depósitos		Definición
Biomasa viva	Biomasa sobre el suelo (BSS)	Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, incluso tallos, tocones, ramas, corteza, semillas y follaje de árboles, arbustos herbáceos, epífitas, lianas, etcétera
	Biomasa bajo el suelo (BBS)	Toda la biomasa viva de raíces vivas de un tamaño superior a un límite establecido (ver también MOS)
Materia orgánica muerta	Madera muerta (MM)	Comprende toda la materia leñosa muerta en pie, sobre o en el suelo, incluso raíces muertas y tocones
	Mantillo (M)	Incluye las capas de detritus, fúmica y húmica, raíces finas vivas (de tamaño inferior al límite de diámetro sugerido para la biomasa bajo el suelo) y materia leñosa que no está incluida en madera muerta (depende del límite de tamaño establecido en el país)
Suelo	Materia orgánica del suelo (MOS)	Comprende el carbono orgánico en suelos (COS) minerales y orgánicos (incluida la turba) a una profundidad especificada. Las raíces finas vivas, de tamaño inferior al límite de diámetro sugerido para la biomasa bajo el suelo, se incluyen con la materia orgánica del suelo

Fuente: Penman *et al.* 2003.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

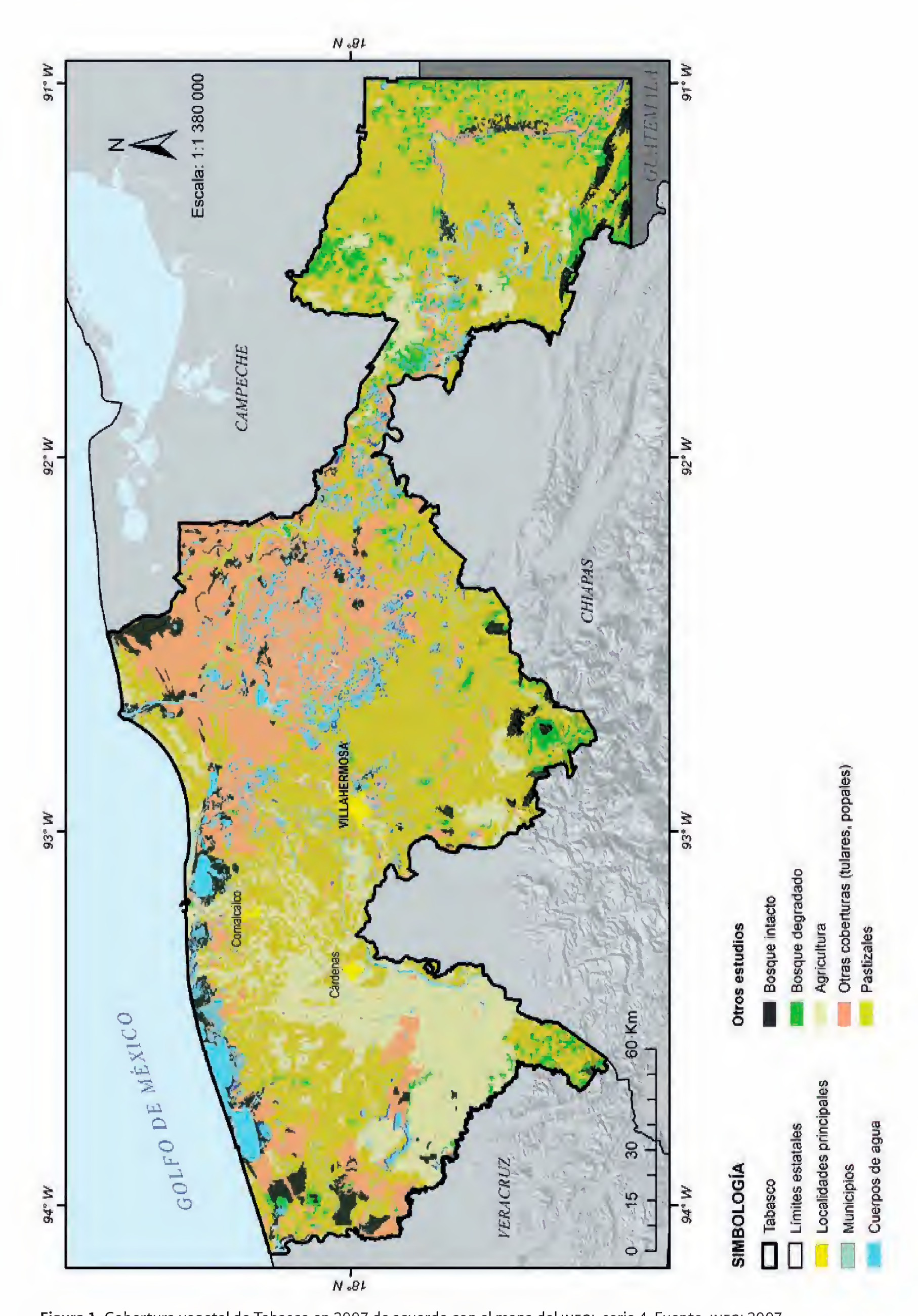


Figura 1. Cobertura vegetal de Tabasco en 2007 de acuerdo con el mapa del INEGI, serie 4. Fuente: INEGI 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

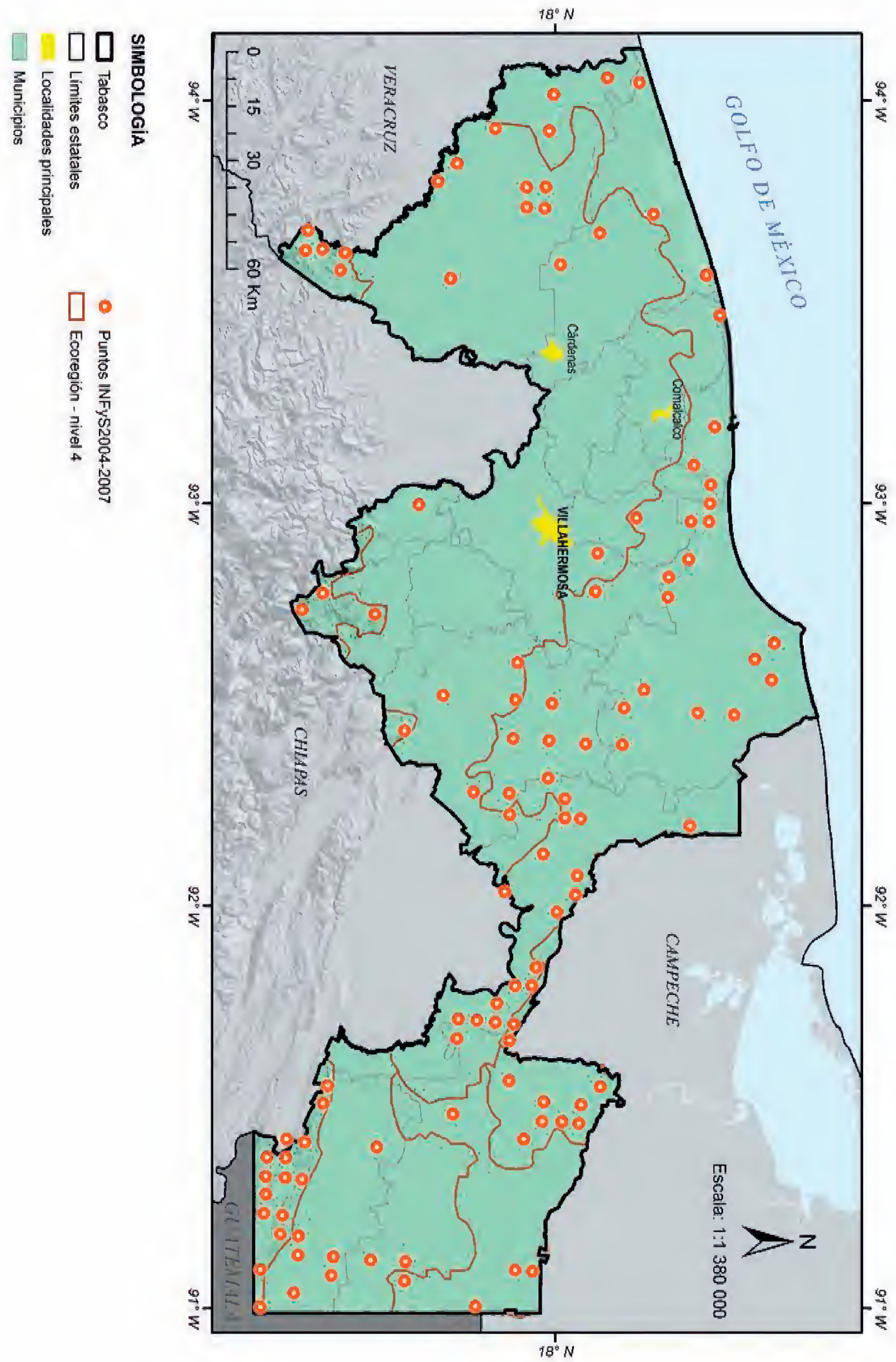


Figura 2. Conglomerados del Inventario Nacional Forestal y de Suelo 2004-2007 que se utilizaron para calcular la densidad de biomasa en los diferentes tipos de vegetación de Tabasco. Fuente: CONAFOR 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Diagrama que muestra los tipos de cambio de uso de suelo. Fuente: elaboración propia.

y una base de datos de ecuaciones alométricas que se desarrolló en El Colegio de la Frontera Sur. Las densidades de carbono orgánico de suelo (COS) se derivaron de los perfiles de suelo del INEGI.

Para calcular las emisiones anuales de CO_2 producidas con cada tipo de cambio se multiplican las superficies que cambiaron cada año con la diferencia de biomasa y COS entre la vegetación inicial y vegetación después del cambio; posteriormente, se multiplican las diferencias en densidades de biomasa por la proporción que contienen de carbono (por ejemplo 50%), se suma al carbono en biomasa la diferencia de COS para multiplicar por un factor de 44/12 (peso molar de CO_2 entre peso molar de C).

Resultados

Tasas de deforestación y degradación de bosques

Las tasas anuales de deforestación se presentan en los cuadros 2, 3 y 4 que separan los cambios de tierras forestales a agricultura anual (TF a TA anual), tierras forestales a agricultura perenne (TF a TA perenne), tierras forestales a pastizales (TF a PR), tierras forestales a popal (TF a HU popal) y tierras forestales a tular (TF a HU tular).

El proceso de deforestación entre los periodos de análisis es diferente entre agricultura (cuadro 2) y pastizales (cuadro 3). En el caso de pastizales, la superficie deforestada en los años de la primera década del siglo XXI es más del doble de lo reportado en el otro periodo. En cambio, se observa que la conversión de bosques a agricultura ha disminuido a un tercio en el segundo periodo comparado con el primero. Respecto

Cuadro 2. Tasas de deforestación (ha/año) de tierras forestales a agricultura anual y agricultura perenne, para los periodos de 1993 a 2002 y de 2003 a 2007.

Vegetación	1993-2002		2003-2007	
	Anual	Perenne	Anual	Perenne
Bosque cultivado			4	
Selva alta perennifolia			4	2
Selva baja perennifolia			0	5
Selva baja subperennifolia			12	4
Sabana	5 693	427	219	87
Encinar degradado	20		98	
Selva alta perennifolia degradada	546	287	649	143
Selva baja subperennifolia degradada	5		0	
Selva media subperennifolia degradada	105		168	
Total	**6 369**	**714**	**1 154**	**241**

Fuente: De Jong *et al.* 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Tasas de deforestación (ha/año) de tierras forestales a pastizales, para los periodos de 1993 a 2002 y 2003 a 2007.

Vegetación	1993-2002	2003-2007
Encinar	10	
Selva alta perennifolia	100	688
Selva baja perennifolia	865	614
Selva baja subperennifolia	10	956
Selva media perennifolia	6	
Selva media subperennifolia	10	
Sabana	1 602	544
Encinar degradado	102	696
Selva alta perennifolia degradada	1 653	4 571
Selva baja perennifolia degradada	40	51
Selva baja subperennifolia degradada	17	125
Selva media subperennifolia degradada	473	1 975
Total	**4 888**	**10 220**

Fuente: De Jong *et al.* 2010.

Cuadro 4. Tasas de deforestación (ha/año) de tierras forestales a humedales (popal y tular), para los periodos de 1990 a 2002 y 2003 a 2007.

Vegetación	1990-2002		2003-2007	
	Popal	Tular	Popal	Tular
Selva alta perennifolia	101	22	12	40
Selva alta perennifolia degradada		186		20
Selva media perennifolia		32		
Selva media subperennifolia degradada		75		5
Selva baja perennifolia	185	295	57	845
Selva baja subperennifolia		14		8
Selva baja subperennifolia degradada				0
Selva de galería		28		
Manglar		419		1 449
Manglar degradado				73
Sabana		179		2
Total	**286**	**1 250**	**69**	**2 442**

Nota: Para el periodo de 1990 a 1993 se utilizó la misma tasa que de 1993 a 2002. Fuente: De Jong *et al.* 2010.

Cuadro 5. Tasa anual (ha/año) de degradación de las tierras forestales de Tabasco para los periodos de 1990 a 2002 y 2003 a 2007.

Degradación	Ha/año	
	1990-2002	2003-2007
Encinar	11	
Selva alta perennifolia	647	1 039
Selva media subperennifolia	219	
Selva baja perennifolia	266	72
Selva baja subperennifolia	13	40
Selva de galería	9	
Total	**1 165**	**1 151**

Nota: Para el periodo de 1990 a 1993 se utilizó la misma tasa que de 1993 a 2002. Fuente: De Jong *et al.* 2010.

a la conversión de bosques a humedales (cuadro 4), la pérdida de cobertura forestal muestra una ligera disminución en su cambio a popales, pero un importante aumento en su transformación a tulares (por la conversión de manglares y selva baja perennifolia). La tasa de degradación de las tierras forestales se mantuvo más o menos constante durante todo el periodo (cuadro 5), aunque la distribución por tipo de vegetación presentó variaciones.

Factores de emisión

Densidad de biomasa. Las selvas altas subperennifolias y perennifolias son los tipos de vegetación con la densidad de biomasa más alta del estado (figura 4). Cabe señalar que especialmente la selva perennifolia es el tipo de vegetación con mayor tasa de deforestación y degradación. Por otro lado, al compararlo con otros sistemas no forestales, los pastizales con árboles dispersos y cercos vivos en Tabasco y la agricultura con perennes (principalmente cacaotales) también albergan altas cantidades de biomasa por hectárea.

Carbono orgánico del suelo (cos). En cuanto al cos, se observa una alta concentración en popales y en selvas intactas (cuadro 6). Considerando estos valores se identifica que los procesos de deforestación de selvas a agricultura o a pastizales conllevan una gran pérdida de cos por cada hectárea transformada, que equivale a 60-70% del depósito original.

Flujos de CO_2 por deforestación y degradación de tierras forestales

Los cambios de uso del suelo de las tierras forestales a agricultura (anual o perenne) y a pastizales con su correspondiente pérdida de biomasa y cos generan flujos netos de CO_2 a la atmósfera. Por año, la pérdida del carbono almacenado en biomasa y cos depende de la diferencia del carbono almacenado en un estado inicial (p.e. selva perennifolia) y un final (p.e. agricultura o pastizal), así como en el tiempo de transición de un estado al otro. Para llevar a cabo este estudio también se utilizó un coeficiente que permitiera determinar el impacto de las tasas de transición; por ejemplo, en el caso de la biomasa se usó un coeficiente de 1, esto significa que todo el carbono contenido en la biomasa se pierde en el año que ocurre el cambio de uso del suelo. En cambio, en el caso de cos se aplicó un coeficiente de 1.43, que refleja el tiempo que tarda

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

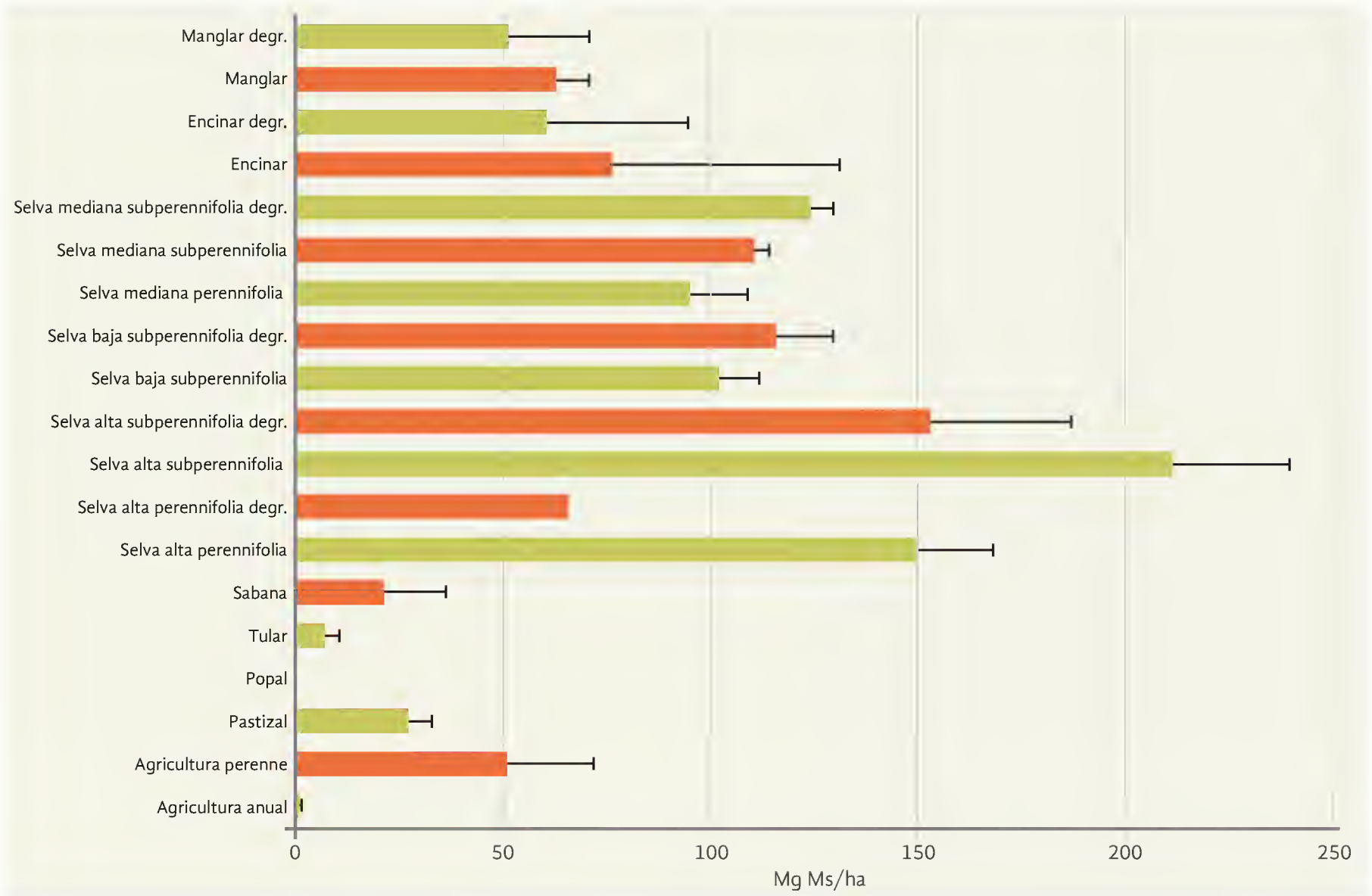


Figura 4. Densidad de biomasa en los diferentes tipos de vegetación e intervalos de confianza (Mg Ms/ha = toneladas de materia seca por hectárea). Fuente: De Jong *et al.* 2010.

Cuadro 6. Densidad de carbono orgánico de suelo (en Mg C/ha) en los diferentes tipos de vegetación de Tabasco.

Tipo de vegetación	cos (Mg/ha)	
No-bosque		
Agricultura anual	47.61	
Agricultura perenne	47.61	
Pastizal	47.60	
Popal	169.63	
Tular	88.40	
Bosques	**Intacto**	**Degradado**
Sabana	52.13	52.13
Selva alta perennifolia	136.81	88.31
Selva alta subperennifolia	124.43	97.79
Selva baja perennifolia	136.81	88.31
Selva baja subperennifolia	124.43	97.79
Selva mediana perennifolia	136.81	
Selva mediana subperennifolia	124.43	97.79
Encinar	51.05	50.40
Manglar	88.58	88.58

Mg = Megagramos = 10^6 gramos = 1 tonelada. Fuente: INEGI 1998.

para que el cos se estabilice después de un cambio de uso de suelo (valor acordado de PICC: 20 años) y el periodo que se está analizando (14 años).

Al sumar las pérdidas de biomasa y cos para cada transición de bosque a alguno de los estados finales de no-bosque, las emisiones que se derivan del cambio a pastizales son mayores a las emisiones derivadas del cambio a agricultura. De forma adicional, se observa una tendencia a la baja en los años de la primera década del siglo XXI comparada con los del último decenio del siglo pasado e iniciales del presente, en las emisiones del cambio a agricultura, mientras que las que fueron por el cambio a pastizales casi se triplicaron en el mismo periodo (cuadro 7).

En cuanto a la pérdida de biomasa por los cambios de tierras forestales a humedales (popal y tular), se nota un aumento de 250% en el periodo más reciente comparado con el anterior (cuadro 8), con un total de emisiones que superan a las de cambio de bosques a agricultura. Cabe señalar que no se reportan emisiones del suelo, dado que no existe una metodología aceptada por el PICC para estimar los flujos de CO_2 para estos casos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las emisiones derivadas de la pérdida de biomasa por la degradación de selvas altas perennifolias aumentaron aproximadamente 50% en el periodo de 2003 a 2007 en comparación con los valores del lapso previo; en cambio, la pérdida de biomasa por degradación disminuyó en las selvas bajas perennifolias y en los bosques de encino, respectivamente (cuadro 9).

Las pérdidas de carbono orgánico del suelo (COS) y sus respectivas emisiones de CO_2 por la degradación de bosques y selvas aumentaron ligeramente en el periodo de los años 2000 en comparación con los años 1990 (cuadro 10).

Los procesos de deforestación hacia la agricultura, pastizales y humedales, así como la degradación de las tierras forestales de Tabasco generaron emisiones de CO_2 por un total de 1 810.2 Gg CO_2/año en el periodo de 1990 a 2002 y 3 674.6 Gg CO_2/año de 2003 a 2007. Esto muestra la importancia de los procesos de cambio sobre los ecosistemas forestales, lo que causa un aumento en las emisiones de cerca de 100% entre un periodo y otro (cuadro 11).

Consideraciones finales

Como resultado de las actividades humanas, el cambio de uso de suelo constituye el aspecto más importante entre los procesos de cambio global (Dale 1997). Se calcula que cerca de la mitad de la cobertura vegetal del planeta ha sufrido alguna transformación a causa de la deforestación, degradación o fragmentación (Daily 1995), lo que genera nuevas alteraciones, por ejemplo, en los ciclos biogeoquímicos y en la pérdida de biodiversidad (Houghton 1994, Dale 1997). El cambio de uso de suelo de las tierras forestales hacia cubiertas no forestales trae asociadas emisiones considerables de bióxido de carbono, producto de la combustión y descomposición de la biomasa vegetal removida de los bosques, así como en la pérdida de carbono orgánico de los suelos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, la mayor parte de la pérdida de bosques se debe a su conversión a pastizales y, en menor medida, a tierras agrícolas. Al analizar por separado los periodos, se percibe que las tasas de deforestación aumentaron

Cuadro 7. Pérdida de C en biomasa y COS anual por la deforestación bruta (TF a TA y TF a PR) y sus emisiones totales de CO_2 correspondientes de 1990 a 2002 y de 2003 a 2007.

Periodo		TF --> TA		TF --> PR	
		MOS	Biomasa	MOS	Biomasa
1990-2002	Pérdida (Gg C/año)	79.3	47	142.9	132.5
	Emisiones de CO_2 (Gg CO_2)	290.5	172.3	524.0	485.7
2003-2007	Pérdida (Gg C/año)	35.8	31.3	395.7	341.2
	Emisiones de CO_2 (Gg CO_2)	131.1	114.9	1 451.0	1 251.1

TF = tierras forestales, TA = agricultura anual y perenne, PR = pastizales, Gg = gigagramos = 10^9 gramos = 1 000 toneladas. Fuente: De Jong *et al.* 2010.

Cuadro 8. Pérdida anual de carbono en biomasa y COS, por el cambio de tierras forestales a humedales (popal y tular; TF a HU) y sus emisiones totales de CO_2 correspondientes de 1990 a 2002 y de 2003 a 2007.

Periodo		TF --> HU
		Biomasa
1990-2002	Pérdida (Gg C/año)	44.6
	Emisiones de CO_2 (Gg CO_2/año)	163.4
2003-2007	Pérdida (Gg C/año)	119.9
	Emisiones de CO_2 (Gg CO_2)	439.5

TF = bosques y selvas, HU = humedales (popal y tular), Gg = gigagramos = 109 gramos = 1 000 toneladas. Fuente: De Jong *et al.* 2010.

Cuadro 9. Pérdida de carbono en biomasa (Gg C/año) y emisiones de CO_2 (Gg CO_2/año) por la degradación de tierras forestales.

Tipo de vegetación	1990-2002		2003-2007	
	Biomasa (Gg C/año)	Emisiones (Gg CO_2/año)	Biomasa (Gg C/año)	Emisiones (Gg CO_2/año)
Selva alta perennifolia	27.1	99.4	43.5	159.5
Selva baja perennifolia	1.9	6.9	0.5	1.9
Selva baja subcaducifolia	0.1	0.3	0.3	1.0
Selva mediana perennifolia	1.5	5.5	0.0	0.0
Encinar	0.1	0.3	0.0	0.0
Total	**30.7**	**112.4**	**44.3**	**162.4**

Gg = gigagramos = 10^9 gramos = 1 000 toneladas. Fuente: De Jong *et al.* 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 10. Pérdida de MOS (Gg C/año) y emisiones de CO_2 (Gg CO_2/año) por procesos de degradación de tierras forestales de Tabasco.

Tipo de vegetación	1990-2002		2003-2007	
	MOS Gg C/año	Emisiones (Gg CO_2/año)	MOS (Gg C/año)	Emisiones (Gg CO_2/año)
Selva alta perennifolia	10.5	38.4	16.8	61.6
Selva baja perennifolia	4.3	15.8	1.2	4.3
Selva baja subcaducifolia	0.1	0.4	0.4	1.3
Selva mediana perennifolia	1.9	7.1	0	0
Encinar	0.1	0.3	0	0
Total	**16.9**	**62.0**	**18.4**	**67.2**

Gg = Gigagramos = 10^9 gramos = 1 000 toneladas. Fuente: De Jong *et al.* 2010.

Cuadro 11. Generación de emisiones de CO_2 por degradación de tierras forestales y deforestación.

Tipo de afectación	Emisiones (Gg CO_2/año)	
	1990-2002	2003-2007
Degradación de bosques	174.3	229.6
Tierras forestales -> agricultura	462.8	303.4
Tierras forestales -> pastizales	1 009.7	2 702.1
Tierras forestales -> humedales	163.4	439.5
Total	**1 810.2**	**3 674.6**

Fuente: De Jong *et al.* 2010.

significativamente hacia pastizales y humedales, mientras que disminuyeron en cuanto a la conversión a agricultura.

Respecto a la conversión de manglares a tulares y popales, ésta ha ido en aumento en la última década. Las repercusiones de ese proceso tienen efectos directos en el incremento de emisiones de CO_2 a la atmósfera, pero también tiene otros impactos, como más vulnerabilidad de los sistemas ante eventos meteorológicos extremos, ya que la pérdida de manglares disminuye la defensa natural contra las variaciones abruptas en los niveles del mar que pueden generar inundaciones en las zonas costeras.

En contraste con la tendencia nacional de disminuciones de cambio de uso de suelo por deforestación y degradación de los bosques, en Tabasco se ha observado un aumento significativo, particularmente hacia la explotación ganadera. Ya quedan muy pocos sistemas forestales en el estado (aproximadamente 11.5% de la superficie estatal en 2007), de los cuales más de la mitad se encuentran en un estado degradado.

Al igual que otras naciones del mundo, México reconoce que el cambio climático es el principal desafío ambiental global que amenaza el desarrollo y bienestar humano de este siglo (CICC 2009). Por eso, en los últimos años se han impulsado acciones al interior que permitan conocer el estado actual de los flujos de GEI que se derivan de las actividades humanas (mediante inventarios nacionales) y proponer acciones en las que varios sectores concurran para la mitigación y adaptación; es decir, disminuir tanto las emisiones de GEI a la atmósfera, como la vulnerabilidad y riesgos de los asentamientos humanos y ecosistemas ante el proceso de cambio. En este sentido, México cuenta con el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), programa federal en el que se plantea una serie de acciones de mediano y largo plazo sobre mitigación y adaptación, cuyos objetivos incluyen el no comprometer el desarrollo e incluso la generación de beneficios económicos (CICC 2009).

Igualmente, el Gobierno del estado de Tabasco está desarrollando su plan de acción estatal ante el cambio climático, del cual el inventario de emisiones es un primer paso. Con base en los resultados obtenidos del inventario de GEI de Tabasco, y al considerar las acciones del PECC, se podrán proponer proyectos piloto de incentivos para la reducción de emisiones por deforestación y degradación, así como medidas para el pastoreo planificado sustentable.

Algunas opciones para la captación de carbono en Tabasco son las siguientes:

- El manejo de las áreas naturales protegidas y las selvas naturales es una opción para la captación de carbono, lo que ofrece, de manera simultánea, una alternativa para incrementar la producción maderable y no maderable, el establecimiento de bancos de germoplasma y conservación de suelos, así como para cuidar la biodiversidad del país.
- La reforestación es otra opción que consiste en la plantación de árboles en superficies

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

desprovistas de vegetación o con vegetación muy degradada. Es una de las opciones importantes para Tabasco, ya que permite proteger cuencas y recuperar áreas que perdieron la cubierta vegetal original. Con esta opción se incrementa la cantidad de carbono (C) almacenado en la vegetación (en la biomasa aérea y la que se halla por debajo del suelo), en y sobre el suelo (madera muerta, hojarasca, turba y suelo mineral), y en los productos de madera con tiempos de vida larga.

- Incrementar el carbono en la vegetación y en el suelo se puede lograr también mediante la protección de los bosques secundarios y otro tipo de bosques degradados en donde la densidad de C en la biomasa y en el suelo sean menores a su valor máximo, lo que permitirá que estos secuestren más C al promover la regeneración natural o artificial y el enriquecimiento del suelo.
- Otros métodos podrían ser incrementar la cubierta vegetal en áreas donde se practica la agricultura y en los pastizales (agroforestería). Esto para proteger el ambiente y mejorar las condiciones económicas de los habitantes de la zona en donde se apliquen estos programas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría de Medio Ambiente y Protección Ambiental (SERNAPAM) por su apoyo financiero para elaborar este estudio, al Instituto Nacional de Estadística y Geografía por la información cartográfica y a la Comisión Nacional Forestal por los datos de Inventario Nacional Forestal y de Suelo. A Fabiola Rojas por su labor en conjuntar las ecuaciones alométricas que sirvieron para calcular la biomasa, y a Fernando Paz por la información de carbono en el suelo.

Referencias

CICC. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. 2009. Programa especial de cambio climático 2009-2012. México. En: ‹*http://portal.semarnat.gob.mx/temas/cambioclimatico/Documents/pecc/090828_PECC.Capitulos_DOF.pdf*›, última consulta: 12 de agosto de 2010.

CMNUCC. Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 1992. ONU, Río de Janeiro.

——. 2001. Reporte de la Conferencia de las Partes (COP), séptima sesión. Marruecos.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2004. *Documento estratégico rector del Inventario Nacional Forestal y de Suelos.* SEMARNAT/CONAFOR/INEGI/INE/INIFAP, México.

——. 2007. Inventario Nacional Forestal y de Suelo. En: ‹*http://148.223.105.184/infys/*›, última consulta: 16 de agosto de 2012.

Dale, V.H. 1997. The relationship between land-use change and climate change. *Ecological Applications* 7(3):753-769.

Daily, G.C. 1995. Restoring value to the world's degraded lands. *Science* 269:350-354.

De Jong, B.H.J., V. Maldonado-Montero, M. Olguín-Alvarez *et al.* 2010. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de agricultura, silvicultura y otros usos del suelo y escenario de emisiones futuras para Tabasco. Segundo informe. ECOSUR/SERNAPAM, México.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2002. *Reporte de la segunda reunión de expertos en armonización de definiciones relacionadas a silvicultura para el uso de varias partes interesadas*. FAO, Roma.

Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo *et al.* 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. En: *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the* IPCC. S. Solomon, D. Qin, M. Manning *et al.* (eds.). Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York, pp. 131-234.

Houghton, R.A. 1994. The worldwide extent of land-use change. *Bio-Science* 44:305-313.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. *Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie 2*. México.

——. 1998. Banco de información sobre perfiles de suelo, versión 1.0. En: ‹*http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/PerfilesSuelo.aspx*›, última consulta: 16 de agosto de 2012.

——. 2002. Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie 3. México.

——. 2007. Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie 4. México.

Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi *et al.* (eds.). 2003. *Good practice guidance for land use, land use change, and forestry.* PICC, Japón.

PICC. Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 1996. Land-use change and forestry. En: *Revised 1996* IPCC *guidelines for national greenhouse gas inventories: workbook*. PICC, Reino Unido, pp. 5.1-5.54.

——. 2006. *Guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4: agriculture, forestry and other land use*. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa *et al.* (eds.). PICC/IGES, Japón.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. México: cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En: ‹*http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc4s.pdf*›, última consulta: 16 de agosto de 2012.

Van der Werf, G.R., D.C. Morton, R.S. DeFries *et al.* 2009. CO_2 emissions from forest loss. *Nature Geoscience* (2):737-738.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Incendios forestales en la región de Los Ríos

Luisa del Carmen Cámara Cabrales, Cristóbal Daniel Rullán Silva y Adalberto Galindo Alcántara

Introducción

En Tabasco los incendios tienen principalmente un origen agropecuario (Cámara-Cabrales *et al.* 2011). La mayor parte del uso del suelo es ganadero y es una práctica común quemar los pastos en temporada de secas para utilizar la ceniza como fertilizante y promover el crecimiento de pastos (renuevos) cuando estos escasean. La quema es una forma de eliminar malas hierbas y darles mantenimiento a los pastizales. Estas prácticas se llevan a cabo sin tener las precauciones mínimas para controlar el fuego, como hacer buenas guardarrayas, avisar a los vecinos y notificar a instancias gubernamentales como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) o la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesca (SEDAFOP). Debido a esto, el fuego pasa de un predio a otro afectando pastizales, vegetación en sucesión (acahuales) y plantaciones forestales comerciales.

En la producción de caña de azúcar también se practica la quema, aunque es más controlada y existen avisos y permisos (Cámara-Cabrales *et al.* 2011). No obstante, cabe indicar que la quema de pastos y caña genera contaminación, calentamiento y liberación de CO_2, por lo que es urgente que tanto SAGARPA y SEDAFOP regulen las quemas y que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) actúe de manera más eficiente.

A pesar de que existe una Comisión Estatal de Prevención y Control de Incendios en la que participan instancias federales, estatales y municipales, en el estado no se ha logrado cumplir con lo establecido en la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 y la Ley Estatal de Desarrollo Forestal Sustentable; es decir, se cuenta con una regulación de uso del fuego agropecuario sin aplicación, debido a la falta de ejecución de las sanciones procedentes (Cámara-Cabrales *et al.* 2011). Otro problema es que se carece de una difusión y coordinación efectiva de ayuntamientos y comunidades locales, por lo que continúa la problemática de la devastación de grandes áreas por fuego.

Área de estudio

El presente estudio se hizo en la región de Los Ríos, donde 66% del uso del suelo es ganadero con presencia de pastos (Cámara-Cabrales *et al.* 2011), lo que indica que en ella se suscita un gran índice de quemas en la temporada de estiaje (de marzo a mayo). Esta región abarca la unidad de manejo forestal Los Ríos (UMAFOR Ríos) y comprende los municipios Balancán, Tenosique y Emiliano Zapata (figura 1). En la parte este de Balancán y Tenosique se ubica el programa de colonización agropecuario Plan Balancán-Tenosique que colinda con Guatemala y Campeche.

Resultados

Los incendios reportados para la región de Los Ríos se presentan en el cuadro 1, que muestra que la principal causa es de origen agropecuario de tipo superficial. Los incendios han afectado renuevos, arbolado adulto, pastizales, arbustos y matorrales.La región presenta gran incidencia de incendios, especialmente en el Plan Balancán-Tenosique en áreas de fragmentos de vegetación en sucesión, vegetación hidrófita (comunidad vegetal de zonas de inundación), pastizal inundable, plantaciones de caña (*Sacharum officinarum*) y tintal (*Haematoxylum campechianum*). Esto se confirma con el trabajo de puntos de calor e incendios, desarrollado por Rullán-Silva (2010) a partir de fotografías

Cámara Cabrales, L.C., C.D. Rullán Silva y A. Galindo-Alcántara. 2019. Incendios forestales en la región de Los Ríos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 64-67.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

satelitales, donde se identifican áreas quemadas de acuerdo con el tipo de vegetación.

De acuerdo con Cámara-Cabrales *et al.* (2011), el tipo de vegetación más afectado es la hidrófita, con una superficie de 54 703.52 ha, dominada por las herbáceas espadañal o tular (*Typha domingensis*), sibal (*Cladium jamaicense*), popal (*Thalia geniculata*) y molinillo (*Cyperus giganteus*), y flotantes como el jacinto (*Eichhornia crassipes*). Este tipo de vegetación domina parte de Balancán al sur con Tenosique, entre la Palma, los ejidos Zamora, Naranjito y la comunidad de San Pedro, Missicab y parte del municipio Emiliano Zapata. En recorridos en campo en la región se observó que parte de esa vegetación, donde el tirante de agua no es muy profundo, es común quemar este tipo de vegetación en temporada de secas para utilizar el renuevo para pastoreo de bovinos.

En la figura 1 también se presenta la incidencia y vulnerabilidad de incendios, donde los tres municipios aparecen con incidencia por el uso ganadero del suelo y con vulnerabilidad en todas las superficies con vegetación secundaria de selva tropical, principalmente hidrófita, los fragmentos de selva mediana y baja, fragmentos de sabana con encinos (*Quercus oleoides*), así como las plantaciones forestales.

Conclusión y recomendaciones

Debido a que no existen datos oficiales sobre la eficiencia en la detección, control, tiempos de arribo a sitio de incendio y duración del mismo, y a la incidencia de incendios en la zona del Plan Balancán-Tenosique, es necesario crear, equipar y capacitar brigadas voluntarias. Asimismo, se debe fomentar la difusión sobre la prevención y control de incendios y la adquisición de equipo especializado. Los datos obtenidos muestran que no hay brigadas de incendios en esa parte del estado. Si bien es cierto que la infraestructura para la protección de incendios forestales es mínima, diversas acciones se han comenzado a consolidar en los últimos años: en las cabeceras municipales de Balancán, Emiliano Zapata y Tenosique existen brigadas con herramientas especializadas como bombas, *mcleod* (herramienta para abatir el fuego), machetes, antorchas de goteo, rastrillo forestal

Cuadro 1. Incendios forestales en la UMAFOR Ríos.

Año	Municipio	Número de incendio	Tipo	Causa	Superficie afectada por estrato (ha)				Total (ha)	Total estatal	
					Renuevo	Arbolado adulto	Arbustos y matorrales	Pastizal		Número de incendios	Superficie afectada (ha)
2008	Tenosique	2	Superficial	Agropecuario			407		407	15	478
2007	Tenosique	5	Superficial	Agropecuario		166	141	66	373	10	786
	Balancán	1	Superficial	Agropecuario	25				25		
2005	Tenosique	5	Superficial	Agropecuario		21	7		28	31	1 765
2003	Balancán	9	Superficial	Agropecuario		81			81	111	2 743
	Tenosique	23	Superficial	Agropecuario		319	520		839		
2002	Balancán	3	Superficial	Agropecuario					177	106	657
	Tenosique	7	Superficial	Agropecuario					67		
2001	Tenosique	1	Superficial	Agropecuario		4	16	8	28	2	32
2000	Tenosique	11	Superficial	Agropecuario		577	1 030	252	1 859	11	1 859
1999	Balancán	1	Superficial	Agropecuario		24			24	10	163
	Tenosique	2	Superficial	Agropecuario		10	82	8	100		
1998	Tenosique	28	Superficial	Agropecuario	55	1 293	3 157	230	4 735	51	12 415

Nota: Durante los años 1995, 1996, 1997 y 2004 no se registraron incendios forestales en la entidad. Fuente: CONAFOR s/f.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

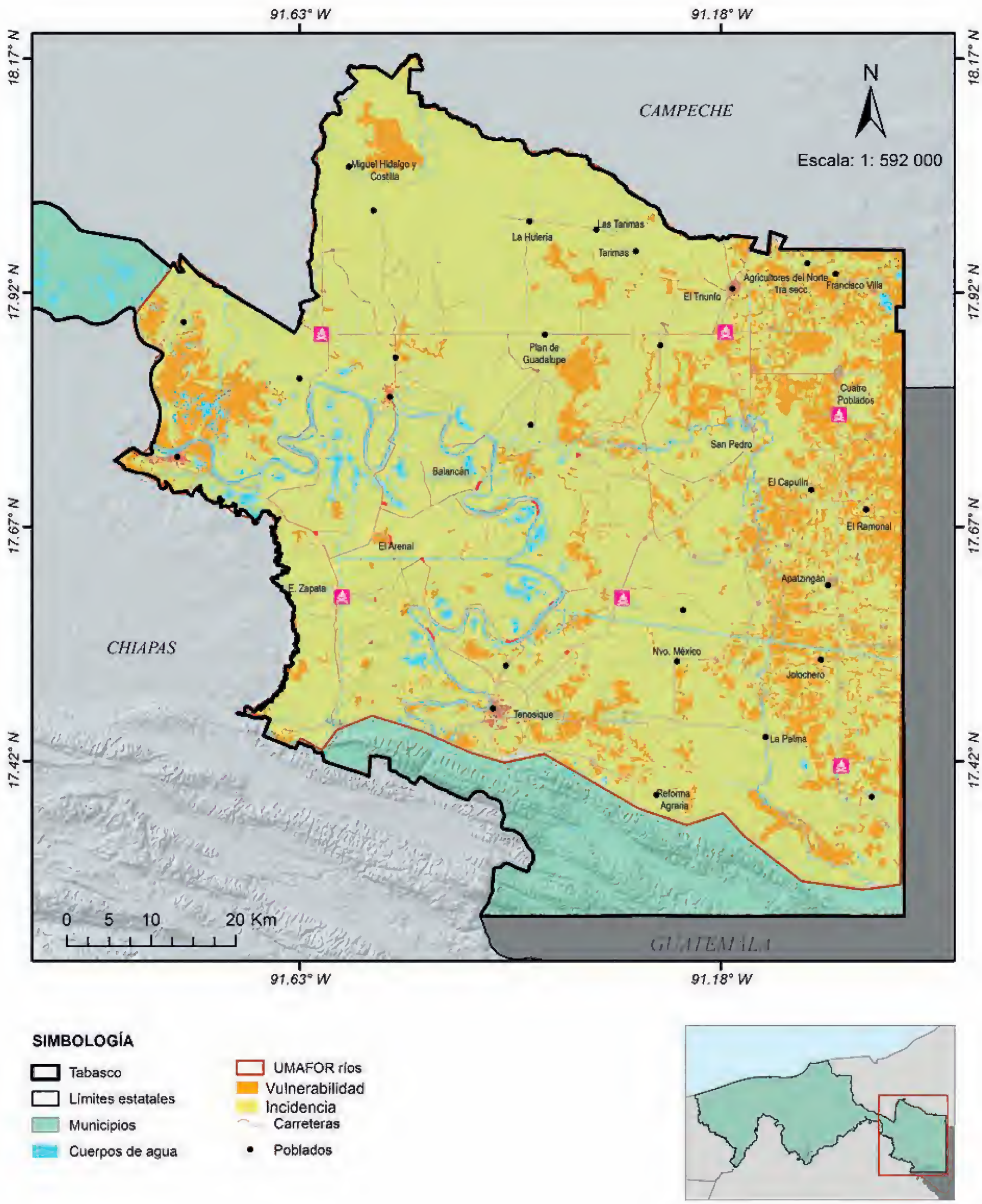


Figura 1. Sitio de estudio con incidencia, vulnerabilidad e infraestructura propuesta para el control de incendios. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y abate fuegos. No obstante, se tienen carencias en cuanto a equipos; por ejemplo, sólo se cuenta con un vehículo para abarcar Balancán y Emiliano Zapata.

En este sentido, se considera necesario un programa integral de prevención y control de incendios, cuyo objetivo es contar con equipo, brigadas permanentes y voluntarias, torres de avistamiento y centros de control para la prevención y control de incendios (sugeridas en la figura 1), construcción y mantenimiento de brecha corta fuegos, así como un plan para manejo y prevención en caso de contingencia. En dicho programa será importante integrar el esfuerzo conjunto entre sectores productivos (ganaderos, agrícolas y forestales), miembros de las comunidades y las tres instancias de gobierno.

Referencias

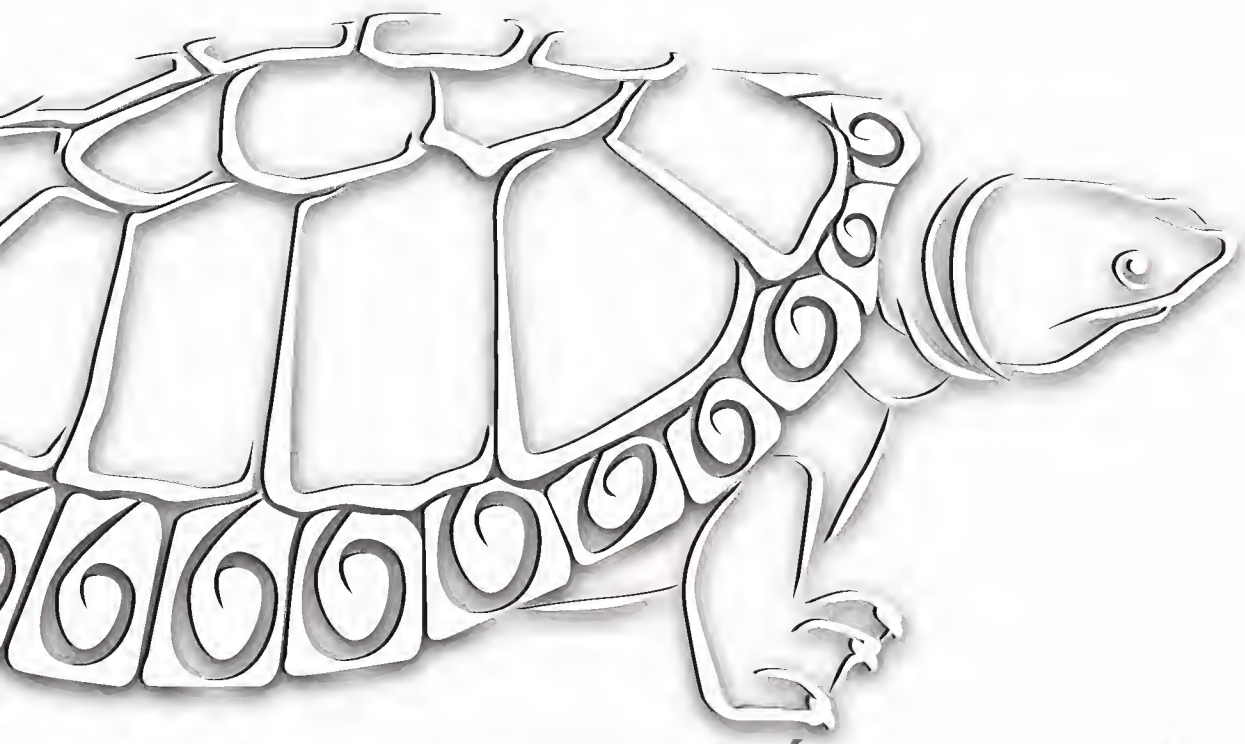
Cámara-Cabrales, L.C., H. Hernández-Trejo, A. Galindo-Alcántara *et al.* 2011. *Reporte técnico: estudio regional forestal de la UMAFOR de Los Ríos*. UJAT/ARS Ríos/CONAFOR, México.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. s/f. Región XI frontera sur, Subgerencia Estatal en Tabasco.

Rullán-Silva, C. 2010. Discriminación de áreas quemadas en la región de Los Ríos, Tabasco, en abril 19 de 2000 mediante el sensor Landsat ETM+. En: *Reporte técnico: estudio regional forestal de la UMAFOR de Los Ríos*. UJAT/ARS Ríos/CONAFOR, México, pp. 77-79.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Publicada el 16 de enero de 2009 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cambio climático

Lorenzo Armando Aceves Navarro y Benigno Rivera Hernández

Introducción

El interés mundial acerca de la posibilidad del cambio climático dio inicio cuando se registró un calentamiento considerable en la mayoría de las estaciones de 1860 a 1940. Para 1960 ya había preocupación sobre ese fenómeno (Lamb 1966). Fue a finales de la década de los setenta que un grupo de científicos de la comunidad climatológica, al observar el reporte sobre la concentración del dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera, durante el periodo de 1958 a 1979, en la estación de Mauna Loa, Hawai, alertaron sobre el incremento continuo de gases de origen antropogénico (gases de efecto invernadero), mismo que probablemente conduciría a un calentamiento global significativo (White 1990). Como evidencia se mostraba el incremento de CO_2 con una velocidad de 1 partes por millón (ppm) por año durante ese periodo (figura 1). Actualmente el dióxido de carbono (CO_2) es el gas de efecto invernadero (GEI) antropógenico más importante en cuanto a la producción de emisiones, mismas que aumentaron anualmente cerca de 80% entre 1970 y 2004 (PICC 2007).

Para 1992, en la Cumbre de Río, en Brasil, se expresaba incertidumbre entre la comunidad científica sobre si las actividades humanas eran la causa del cambio. En 2002 se generó el consenso de que la acción del ser humano induce el cambio climático, y que este fenómeno no sólo está en movimiento, sino que se ha acelerado (Dunn 2002).

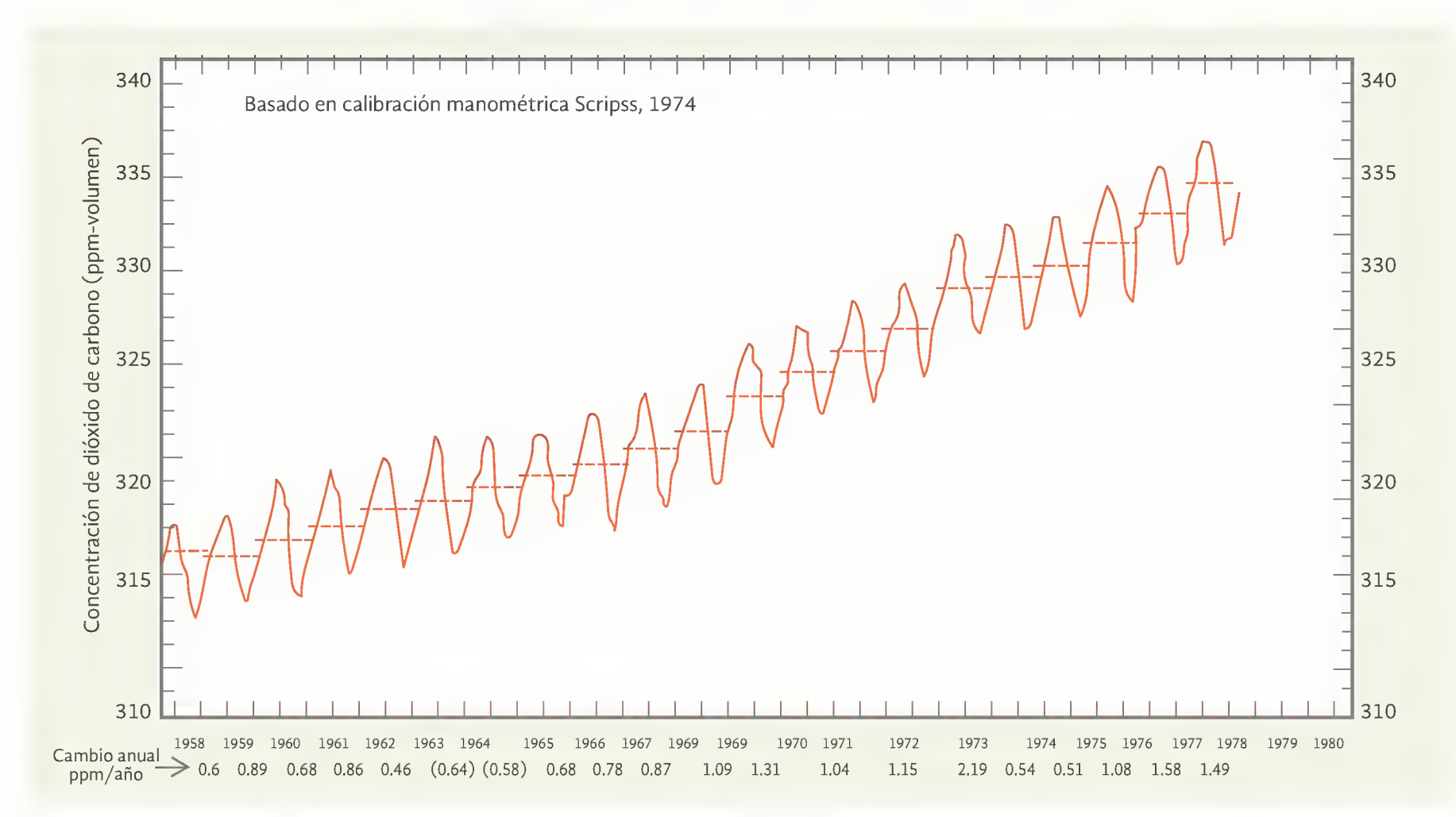


Figura 1. Cambios en la concentración atmosférica del CO_2 de 1958 a 1979 ocasionados por la actividad humana. Fuente: Fishman 1991.

Aceves Navarro, L.A. y B. Rivera-Hernández. 2019. Cambio climático. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 69-75.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hoy existen evidencias de un rápido incremento de gases de efecto invernadero, se observa un acelerado aumento en la temperatura media anual, hay indicios de agudizamiento en los fenómenos meteorológicos extremos respecto a la media, y es evidente la reducción en la capa de hielo en los polos y el aumento en el nivel medio del mar (Joy 2004, PICC 2007). Asimismo, la mayoría de la comunidad científica está de acuerdo con que la tierra se calienta por actividades humanas que generan y aumentan de manera artificial los gases de efecto invernadero en la atmósfera y que, de persistir este proceso, se originará un cambio climático global que se hará más evidente en los próximos cien años (PICC 2007).

La emisión de GEI –como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O)– ha aumentado notablemente por las actividades humanas desde 1975. En 2005 las concentraciones atmosféricas mundiales de CO_2 (379 ppm) y CH_4 (1 774 ppm) excedieron con mucho el intervalo natural de valores de los últimos 650 mil años (PICC 2007). El incremento de la concentración mundial de CO_2 se debe principalmente al uso de combustible de origen fósil y, en una parte apreciable pero menor, a los cambios de uso de la tierra. En lo que respecta a la concentración de CH_4 es muy probable que el aumento se deba predominantemente a la agricultura y a la utilización de combustibles fósiles. El aumento de la concentración de N_2O procede principalmente de la agricultura (PICC 2007), lo que fortalece la idea del origen antropogénico del calentamiento global. En la figura 2 se observan escenarios de emisiones de GEI entre 2000 y 2100 en ausencia de políticas climáticas adicionales.

Efectos del calentamiento global

Desde los años ochenta cientos de trabajos científicos han argumentado que, de seguir las tasas actuales de emisión de gases de invernadero, el calentamiento global puede desencadenar un cambio climático cuyos efectos durarán miles de años (Dansgaard *et al.* 1993, Mann *et al.* 1998, Sunmer *et al.* 2003). Por tanto, se han generado diferentes escenarios y sus posibles impactos sobre los ecosistemas terrestres y marinos, agricultura, energía, nivel de los mares, ocurrencia e intensidad de fenómenos atmosféricos, uso de carbón, inundaciones, sequías, infraestructura urbana, electricidad, abastecimiento de agua, migración de especies, y cambios en plagas y enfermedades.

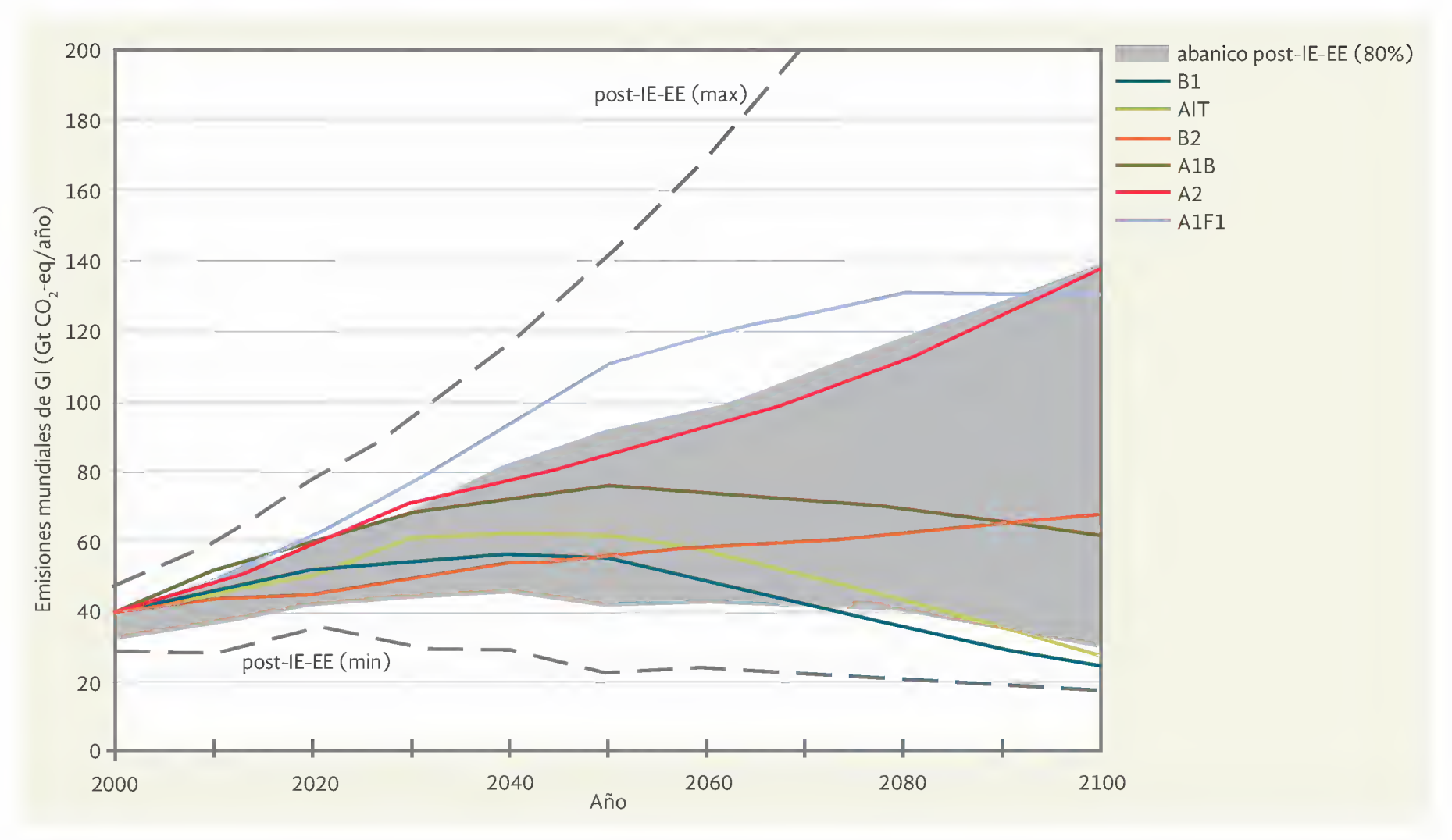


Figura 2. Emisiones mundiales de GEI (en Gt CO_2-eq anuales) en ausencia de políticas climáticas adicionales: seis ejemplos de escenarios testimoniales IEEE (líneas de color), y percentil 80 de escenarios recientes publicados desde el IEEE (post IEEE) (área sombreada en gris). Las líneas de punteadas indican el abanico completo de escenarios post IEEE. Las emisiones abarcan los gases CO_2, CH_4 y N_2O y gases-F. Fuente: PICC 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En México, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) coordina las acciones que guían el desarrollo de políticas nacionales para prevenir y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Actualmente la CICC incluye a 10 secretarías de estado: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); Secretaría de Salud (SSA); Secretaría de Economía (SE); Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); Secretaría de Gobernación (SEGOB); Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Secretaría de Energía (SENER); Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE). Asimismo, la Secretaría de Turismo (SECTUR) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) son invitados permanentes (PNUMA 2010).

Los principales documentos rectores de las políticas de adaptación ante los efectos del cambio climático en México son el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático y las comisiones nacionales de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Graizbord *et al.* 2009).

Cada documento rector impulsa medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático; por ejemplo, el Plan Nacional de Desarrollo propone desarrollar escenarios climáticos regionales en el país, promover la difusión de información sobre impacto, vulnerabilidad y medidas de adaptación al cambio climático, entre otras. La Estrategia Nacional de Cambio Climático reconoce los desafíos a los que se enfrenta la humanidad, por lo que enmarca las siguientes políticas: identificar necesidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación, así como proponer líneas de acción, políticas y estrategias que sirvan de base para elaborar un Programa Especial de Cambio Climático (Graizbord *et al.* 2009, Munguía 2009).

Los científicos más conservadores pronostican que, de ocurrir el cambio climático en el año 2100, la temperatura promedio de la superficie terrestre se incrementará entre 1.5 a 4.5°C, y el nivel de los océanos de 10 a 25 cm; otros plantean cifras de incremento hasta de 5.8°C y un ascenso en el nivel de los océanos de hasta un metro. También advierten que habrá un clima inestable y extremo, con más cantidad e intensidad de huracanes, sequías y vientos (Hulme y Sheard 1999, Gobierno de Canadá 2002).

Los pronósticos indican que la temperatura se elevaría poco en los trópicos y el doble en latitudes mayores. Si se continúa con un incremento de 0.2 a 0.5 °C por década, las temperaturas invernales se incrementarían más que las del verano, lo que provocaría efectos devastadores sobre los ciclos hidrológicos y los ecosistemas (Woodwell y Mackenzie 1995).

Grupos de científicos coinciden en que, de persistir las actuales tasas de incremento en la temperatura, el calentamiento global dará paso a un cambio climático global en los próximos cien años (GEF 1998, Sunmer *et al.* 2003, PICC 2007).

Con cierto grado de confianza se pronostica que se afectará la adaptación de los ecosistemas naturales e, inclusive, estará amenazada su propia existencia (entre 40 a 70% de las especies podría estar en riesgo de extinción); se generarán cambios en la diversidad biológica, por ejemplo los ecosistemas terrestres tundras, bosques, boreales y regiones montañosas debido a su sensibilidad al calentamiento cambiarán; asimismo los ecosistemas de tipo mediterráneo y bosques pluviales tropicales cambiarán debido a la disminución de la lluvias; y los sistemas costeros bajos se verán afectados por el peligro de aumento del nivel del mar (PICC 2007). De manera general, según el PICC (2002) y el PNUMA (2007), los cambios en los ecosistemas serían los siguientes: modificaciones en el comportamiento de especies, reducción de miembros de una especie y pérdida de las mismas, además de alteraciones en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas afectados. A su vez, estos cambios pueden producir pérdidas en otras especies y un efecto en cascada sobre la biodiversidad y la apertura del sistema a invasiones de especies no autóctonas y, por ende, una mayor alteración.

Lo anterior dará paso a nuevos ecosistemas y a cambios en su distribución geográfica; se impactará radicalmente la dinámica de los océanos alterando las cadenas alimenticias en los ecosistemas marinos; se intensificará la elevación del nivel de los océanos; se crearán anomalías en el régimen de lluvias y en la humedad de los suelos, lo que ocasionará un efecto desestabilizador en las actividades políticas, sociales y económicas por su impacto y larga persistencia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Efectos del cambio climático

Múltiples puntos de vista en relación a escenarios que pueden propiciar un calentamiento progresivo y, por consiguiente, el cambio climático global, han sido generados a través de modelos climatológicos y observaciones. Algunos autores como Shukla *et al.* (1990), Schlesinger y Jiang (1991), Boer y Mc Farlans (1992), describen detalladamente las características y aportaciones de los modelos climáticos.

La mayoría de los modelos que simulan la circulación general de la atmósfera indican que habrá un reforzamiento del efecto de invernadero natural que derivará en un incremento de la temperatura media anual en la superficie del planeta del orden de 1.5 a 4.5°C, con 2.5°C como el mejor valor estimado, pero advierten que ese cambio ni será nítido ni uniforme y que, incluso, puede dar sorpresas. Así, los modelos pronostican, con un alto grado de confianza, lo que sería muy posible de ocurrir en eventos extremos del clima y la temperie a lo largo del siglo XXI; calculan que se tendrían temperaturas máximas más elevadas: mayor cantidad de días calurosos sobre casi toda la superficie terrestre, temperaturas mínimas más elevadas -pero menos número de días fríos- con heladas sobre casi toda la superficie del globo terráqueo, reducción del rango de la temperatura diurna sobre la mayoría de la superficie terrestre, incremento del índice de calor en todo el planeta y más eventos con lluvias intensas.

Posibles impactos sobre los ecosistemas

Diversos investigadores reportan que, de ocurrir el cambio climático, las áreas tropicales más cercanas al ecuador serán las menos afectadas en relación con las regiones polares y las de las latitudes medias (Gobierno de Canadá 2002).

Hulme y Sheard (1999) presentan resultados de los posibles cambios en temperatura y precipitación para México y Centroamérica desde el supuesto de cuatro escenarios de emisiones de CO_2. En el escenario más favorable, los resultados muestran que Tabasco presentaría una elevación de temperatura de 1.4°C en promedio anual y la precipitación se reduciría 5%. En la escena más desfavorable de temperatura, ésta tendría una elevación de 4.6°C (figura 3) y la precipitación se reduciría 22% (figura 4).

Aun en el escenario más favorable, muestran que un aumento de 1.4°C es suficiente para afectar los arrecifes de coral del golfo de México y pone en riesgo de extinción a las tortugas marinas y ranas de la región, lo que afecta toda la red alimenticia en la que participan esos organismos.

En 1997, investigadores del Instituto Nacional de Ecología (INE) en México (Mendoza *et al.* 1997) hicieron un estudio de vulnerabilidad para todo el país, ante un posible cambio climático con probables impactos sobre agricultura, asentamientos humanos, zonas costeras, desertificación, sequía meteorológica, ecosistemas forestales, recursos hidrológicos y posibles efectos sobre los sectores energético e industrial. Para ello diseñaron escenarios climáticos regionales actuales y de cambio, y utilizaron dos Modelos de Circulación General (MCG) recomendados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (PICC 2001, SEMARNAP 1997) y estimaron lo que sucedería en México si se duplicara la concentración del CO_2 en la atmósfera ante incrementos de temperatura entre 2 y 4°C, con fluctuaciones en la precipitación de ± 10% y ± 20%.

Los resultados revelan que, en Tabasco, el efecto más sobresaliente sería por el ascenso del nivel del mar. En la figura 5 se aprecia que la entidad será muy afectada por dicho ascenso, lo que reduciría significativamente su superficie total. Esto implicaría el cambio y sustitución en los ecosistemas con efectos sobre las actividades petroleras al quedar esas superficies bajo el agua del mar. Esto se confirma cuando, al analizar la vulnerabilidad sobre las actividades industriales (petróleo), el estudio reporta que Tabasco muestra áreas de alta vulnerabilidad en esos rubros.

Otro efecto importante es el relativo a la producción de maíz. Al simular los rendimientos de su cultivo temporal se muestra un cambio negativo en casi todo el estado, con una reducción de hasta un tercio en el ciclo productivo. Se ha estimado que por cada incremento de 1°C, los rendimientos de maíz bajo temporal en Tabasco se reducirían en 430 kg/ha (Aceves 2010). Esta entidad se considera apta para cultivar maíz de temporal en toda su superficie pero, de continuar el cambio climático, su producción casi desaparecería, excepto pequeñas áreas de los municipios Tenosique y Huimanguillo.

Por su parte, García *et al.* (2005) mencionan que la actividad ganadera en el estado sería muy vulnerable: el ganado bovino estaría prácticamente todo el año bajo un fuerte estrés calórico, con elevado riesgo y un pobre desempeño, que harían incosteables la actividad

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

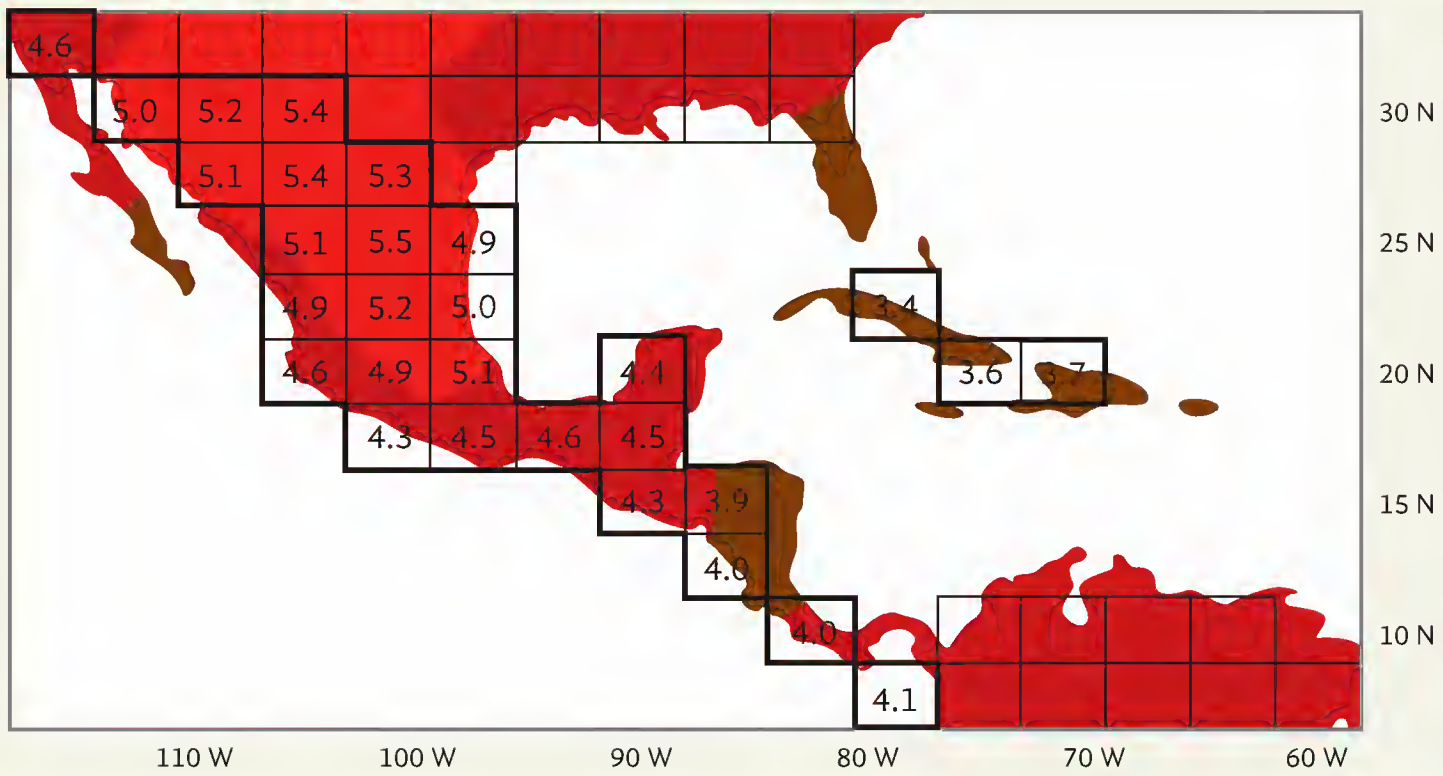


Figura 3. Incrementos en la temperatura promedio anual para el año 2080 en el peor escenario. Fuente: Hulme y Sheard 1999.

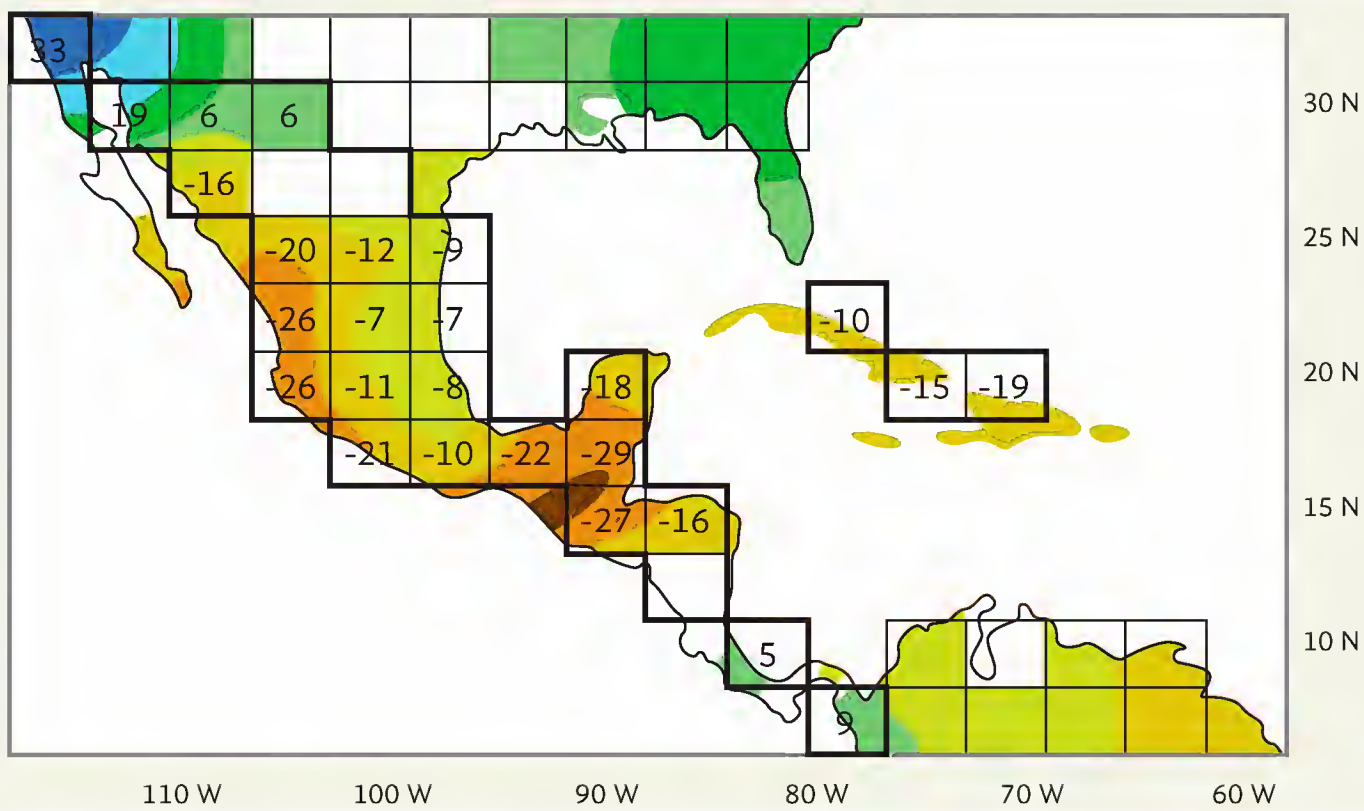


Figura 4. Disminución porcentual en la precipitación total anual para el año 2080 en el peor escenario. Fuente: Hulme y Sheard 1999.

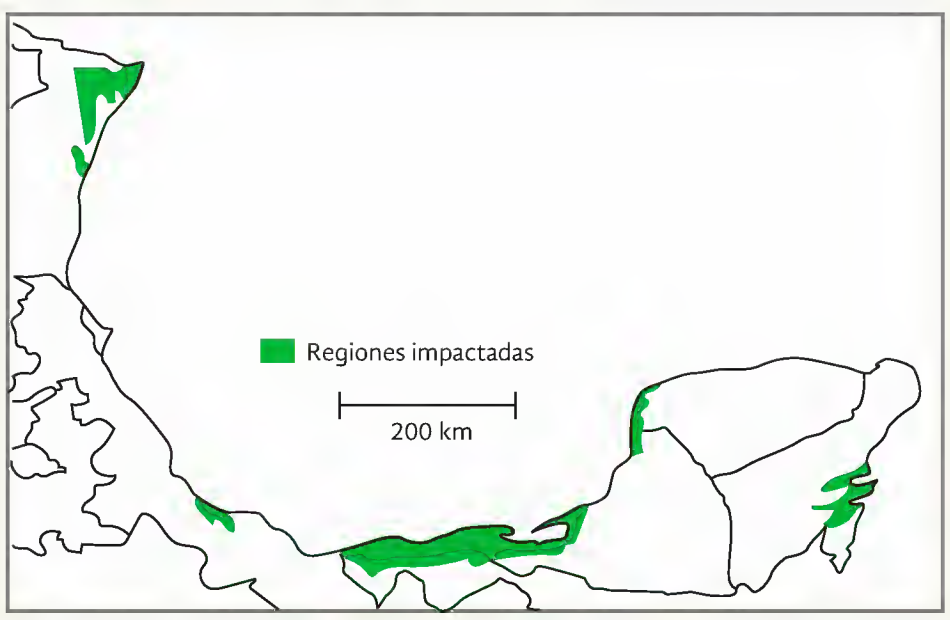


Figura 5. Regiones de México que se verían impactadas por el ascenso en el nivel del mar. Fuente: SEMARNAP 1997.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ganadera y la explotación de las razas que actualmente existen en la entidad.

A escala estatal y en lo que respecta a la política para la mitigación ante el cambio climático, en la Constitución local se estableció la obligación del estado y municipios de llevar a cabo acciones para prevenir y controlar el cambio climático, y se institucionalizó un órgano técnico de análisis y ejecución de acciones, por lo que se creó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en el estado de Tabasco, que dentro de sus múltiples objetivos tiene que establecer programas y estrategias de acción relativas al cambio climático.

Para cumplir sus objetivos, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en el estado de Tabasco tiene enmarcadas 15 funciones, de las cuales sólo se exponen algunas: identificar y priorizar la ejecución de proyectos, acciones y programas que contribuyan a enfrentar el cambio climático; gestionar recursos económicos para instrumentar políticas de cambio climático; elaborar y promover el programa estatal de cambio climático y divulgar sus avances; promover acciones de sensibilización social ante el cambio climático. Para tener más información sugerimos al lector consultar el Periódico Oficial 2011, con número de acuerdo 28639.

Conclusión y recomendaciones

Existen evidencias de un rápido incremento de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico principalmente dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). Su incremento se debe principalmente a la utilización de combustible de origen fósil, a los cambios de uso de la tierra y a la agricultura; por esto es importante hacer adaptaciones a las políticas de desarrollo de los gobiernos, con el fin de reducir las emisiones y los impactos, así como actuar con un enfoque de anticipación y adaptación al cambio climático.

El cambio climático traería una modificación en los sistemas de producción agrícola y pecuaria, además de que los ecosistemas marinos y terrestres se verían afectados en número de especies, estructura y comportamiento; asimismo, los ecosistemas estarían expuestos a invasiones de especies no autóctonas y, por ende, a una mayor alteración. Para el caso de Tabasco, éste presentaría una elevación en la temperatura promedio anual y una disminución de la precipitación. El maíz, grano básico en la alimentación del pueblo tabasqueño, se vería muy amenazado por el incremento de la temperatura al disminuir sus rendimientos en condiciones de temporal. Asimismo, la actividad ganadera sería vulnerable porque el desarrollo de los animales de granja se afectaría, y la explotación de algunas especies o razas de ganado estaría muy restringida. Por otra parte, se recomienda dar seguimiento a las 15 funciones que tiene enmarcada la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en el estado de Tabasco para conocer los logros obtenidos en materia de mitigación de cambio climático.

Referencias

Aceves, L.A. 2010. *Impacto del incremento de la temperatura promedio diaria sobre la fenología y el rendimiento de maíz en Tabasco*. México (inédito).

Boer, G. y N. Mc Farlans. 1992. Greenhouse gas-induced climate change simulated with the CCC second-generation general circulation model. *American Meteorological Society* 5:1045-1077.

Bouma, W.J., G.I. Pearman y M.R. Manning. 1996. *Greenhouse: coping with climate change*. CSIRO Publishing, Australia.

Dansgaard, W., S.J. Johnsen, H.B. Clausen *et al*. 1993. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature* 364:218-220.

Dunn, S. 2002. *Reading the weathervane: climatic policy from Rio to Johannesburg*. World Watcher Paper 160. World Watcher Institute, Washington.

García, H.C., A.B.L. Escudero, P.J.M. Pardo *et al*. 2005. Determinación del índice higrotérmico (THI) y su influencia en la ganadería. En: *Memoria de la XVII Reunión Científica-Tecnológica, Forestal y Agropecuaria, Tabasco 2005*. Villahermosa.

GEF. Global Environment Facility. 1998. *Valuing the global environment: actions and investments for the 21st century*. GEF, Washington.

Gobierno de Canadá. 2002. Climate change: achieving our commitments together. Climate change plan for Canada. En: ‹*www.climatechange.gc.ca*›, última consulta: abril de 2011.

Graizbord, B., G.E. Nava, G.A. Martínez *et al*. 2009. Marco regional de política de adaptación al cambio climático. En: *Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del golfo en México. Vol. 1*. J. Buenfil (ed.). SEMARNAT/INE, México, pp.79-101.

Fishman, J. 1991. The global consequences of increasing tropospheric ozone concentrations. *Chemosphere* 22(7):685-695.

Hulme, M. y N. Sheard. 1999. *Climate change scenarios for Mesoamerica*. Climatic Research Unit, Norwich.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Joy, S. 2004.*Impacts of a warming arctic*. Cambridge University Press, Cambridge.

Lamb, H.H. 1966. *The changing climate*. Methuen and Co, Londres.

Mann, M.E, R.S. Bradle y M.K. Hughes. 1998. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature* 392:779-787.

Mendoza, V.M., E.E. Villanueva y L.E. Maderey. 1997. Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas de México ante el cambio climático global. En: *Impactos, vulnerabilidad y adaptación*. J. Martínez y B.A. Fernández (eds.). SEMARNAT/INE, México, pp. 215-226.

Munguía, A.N. 2009. Contexto legal e institucional para facilitar la adaptación. En: *Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del golfo en México. Vol. 1*. J. Buenfil (ed.). SEMARNAT/INE, México, pp. 205-227.

PICC. Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 2001. *Summary for Policy Makers: a report of working group I of the IPCC*. PICC, Washington.

——. 2002. *Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V*. PICC, Suiza.

——. 2007. *Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del PICC*. PICC, Suiza.

PNUMA. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2007. Cambio climático y diversidad biológica. En: ‹*http://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-es.pdf*›, última consulta: 30 de noviembre de 2011.

——. 2010. Marco de políticas de adaptación de mediano plazo. En: ‹*http://www.cambioclimatico.gob.mx/images/stories/PDF/mpamp.pdf*›, última consulta: 24 de septiembre de 2012.

Schlesinger, M. y X. Jiang. 1991. Revised projection of future greenhouse warming. *Nature* 350:219-221.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997. México: primera comunicación nacional ante la Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. SEMARNAP, México.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2011. Órgano de difusión oficial del gobierno constitucional del estado libre y soberano de Tabasco. Periódico Oficial. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx/comite_cambio_climatico.php*›, última consulta: 18 de septiembre de 2012.

Shukla, J., C. Nobre y P. Sellers. 1990. Amazon deforestation and climate change. *Science* 247(4948):1322-1325.

Sunmer, G.N., R. Romero, V. Homar *et al*. 2003. An estimate of the effects of climate change on the rainfall of Mediterranean Spain by the late twenty first century. *Climate Dynamics* 20:789-805.

White, R.M. 1990. The great climate debate. *Scientific American* 263(1):1825.

Woodwell, G.M. y F.T. Mackenzie. 1995. *Biotic feedbacks in the global climatic systems: will warming feed the warming?* Oxford University Press, Nueva York.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Efecto de las sequías sobre endoparásitos en coatís (*Nasua narica*) del Parque Museo La Venta

Emilio Rendón Franco, Claudia Irais Muñoz García, Claudia Villanueva García, Evangelina Romero Callejas y Lilia María Gama Campillo

Introducción

Los parásitos influyen en los procesos de los ecosistemas mediante la regulación de especies que dominan, provocando mortalidades masivas o disminución en su fertilidad (Loreau *et al.* 2005). Factores ambientales, como la humedad, afectan la dinámica poblacional de los parásitos (Gortazar *et al.* 1998). Algunos autores postulan que la relación parásito-hospedero puede verse afectada por los cambios globales en el clima (Brooks y Hoberg 2007).

Al analizar una población de alrededor de 100 coatís (*Nasua narica*) en semicautiverio (figura 1) se comparó la carga parasitaria en excretas durante los años 2009 y 2010, ambos en los meses de enero y julio, y se les encontró helmintos y protozoarios (los protozoarios son organismos de una sola célula, y los helmintos están conformados por gusanos trematodos, nematodos y cestodos). *Strongyloides* sp. y estrongilido son helmintos que pertenecen a los ordenes Rhabditida y Strongylida, respectivamente. El primero es un nematodo primitivo de forma cilíndrica, de vida libre, pero si las condiciones ambientales no son favorables para él, se puede volver parásito, y su forma de transmisión es por vía oral o piel; el estrongilido también es un nematodo, no obstante, tiene un ciclo biológico diferente (es directo) y sólo se transmite por vía oral.

Figura 1. Población de coatís (*Nasua narica*) en semicautiverio en el Parque Museo La Venta. Foto: Claudia Villanueva García.

Rendón-Franco, E., C.I. Muñoz-García, C. Villanueva-García, E. Romero-Callejas y L. Gama. 2019. Efecto de las sequías sobre endoparásitos en coatís (*Nasua narica*) del Parque Museo La Venta. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 76-79.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resultados

Se encontraron cuatro parásitos (n = 14) clasificados por su morfología (Soulsby 1987). En 2009 se identificaron tres helmintos: *Strongyloides* sp., un estrongilido y un tremátodo (figura 2), protozoario del grupo de las coccidias, perteneciente a la familia Eimeriidae (figura 3). Por su parte, en 2010 sólo se detectaron un estrongilido y una coccidia.

En el transcurso del tiempo se observaron cambios significativos en la frecuencia de los cuatro parásitos. La coccidia y el estrongilido fueron identificados en ambos años; en tanto, el trematodo y *Strongyloides* sp. sólo en el 2009; asimismo, los primeros dos parásitos registraron una disminución en frecuencia de 2009 a 2010 (figura 4). Al analizar la carga parasitaria promedio se encontró que la coccidia bajó de 11 446 a 4 150 ooquistes/g de heces de 2009 a 2010. En el caso del estrongilido, las cargas promedio se mantuvieron sin alteraciones aparentes, aunque disminuyó ligeramente de 479 a 450 huevos/g de heces (figura 5).

Discusión

Es importante resaltar que en 2010 la ausencia del trematodo y *Strongyloides* sp. puede atribuirse a una disminución en la humedad ambiental. Los trematodos poseen ciclos complejos que, en su mayoría, requieren de hospederos intermediarios para completarse, los cuales generalmente son moluscos gasterópodos (caracoles comunes). Estos últimos alcanzan su mayor abundancia en temporadas de alta humedad, por lo que la transmisión de sus parásitos a los hospedadores definitivos depende de su presencia (Cruz-Mendoza *et al.* 2004). Para el caso de *Strongyloides* sp. la larva infectante requiere condiciones de elevada humedad para desarrollarse adecuadamente en el suelo, en el que, al entrar en contacto con la piel de su hospedero, puede atravesarla activamente e infectarlo (Olsen *et al.* 2009). Es así que las mayores frecuencias de infección se han reportado en épocas de gran humedad.

A pesar de ser los mismos meses de muestreo en años consecutivos, para 2010 sólo se encontraron dos

Figura 2. Estrongilido encontrado en heces de coatí (*Nasua narica*). Las fotografías fueron tomadas con un objetivo de 40X; el huevo presenta 35 x 50 µm de largo y ancho. Foto: Claudia I. Muñoz García.

Figura 3. Coccidia identificada en heces de coatí. Las fotografías fueron tomadas con un objetivo de 40X; las medidas de largo y ancho del ooquiste son 12.5x10 µm. Foto: Claudia I. Muñoz García.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

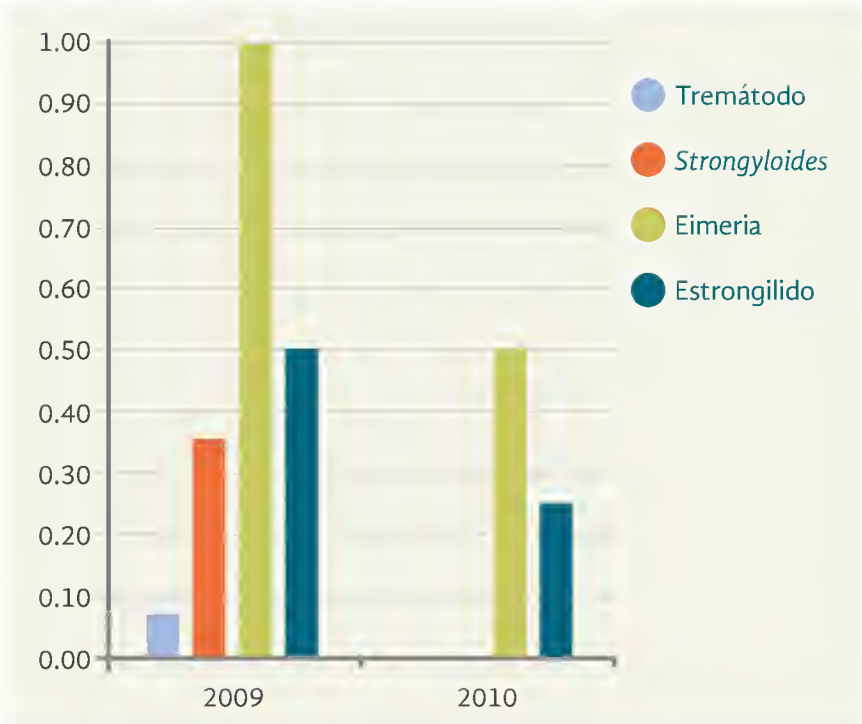


Figura 4. Frecuencia de los parásitos determinados en 2009 y 2010. Fuente: muestras colectadas por los autores en el Parque Museo La Venta y procesadas en el laboratorio de Diagnóstico Parasitológico de la FMVZ de la UNAM.

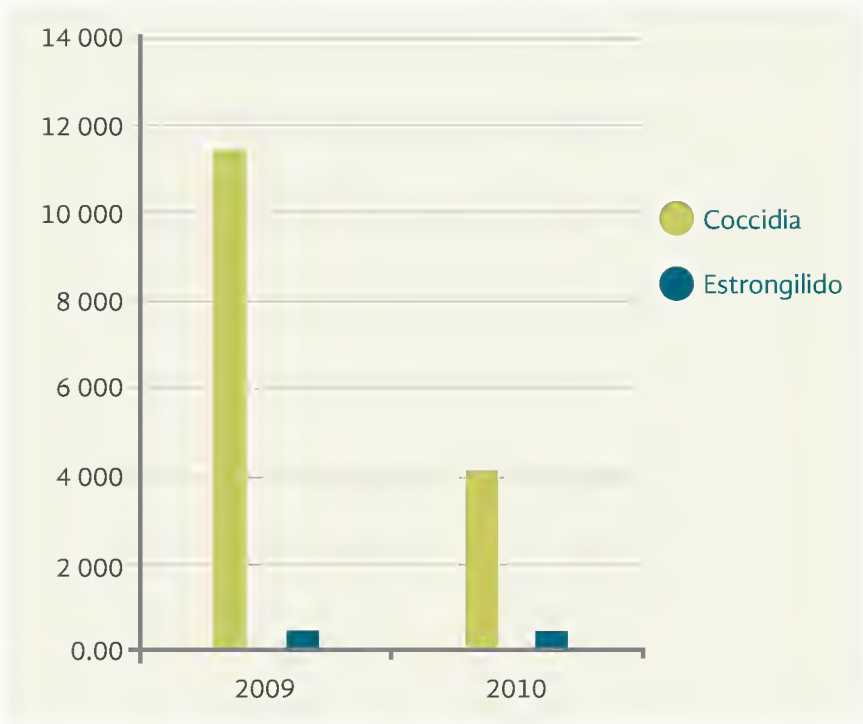


Figura 5. Carga parasitaria (expresada en huevos u ooquistes por gramo de heces) de coccidia y estrongilido en 2009 y 2010. Fuente: muestras colectadas por los autores en el Parque Museo La Venta, y procesadas en el laboratorio de Diagnóstico Parasitológico de la FMVZ de la UNAM.

especies parásitas: en las que su carga y frecuencia fue disminuida probablemente por las sequías severas y las extremas reportadas por el Monitoreo de Sequía para Norteamérica del Sistema Meteorológico Nacional. Es importante señalar que para 2009 también se reportaron sequías moderadas de menor intensidad (SMN 2017).

Es probable que la disminución en la riqueza, frecuencia y carga parasitaria entre agosto de 2009 y de 2010 se vincule con los periodos extremos de sequías (SMN 2010). Algunos autores han identificando un decremento en la frecuencia parasitaria, asociado a la desecación ambiental (Hallas y Bull 2006). Así, los escenarios ambientales para Tabasco predicen un aumento en la temperatura, además de variaciones en la intensidad y frecuencia de fenómenos, como las sequías e inundaciones (Gama *et al*. 2010), lo que repercutiría en alteraciones de las poblaciones parásitas. De esta manera, estos organismos pueden funcionar como indicadores ambientales gracias a su susceptibilidad a las modificaciones climáticas, la cual es fácilmente detectada en periodos cortos mediante estudios como el presente, que ofrecen ventajas para una rápida toma de decisiones.

Conclusión

Las observaciones registradas indican que algunas poblaciones parásitas de helmintos y protozoarios sobrellevan las repentinas variaciones ambientales documentadas en los últimos años. Lo contrario son los casos de ciertos trematodos y nematodos como *Strongyloides* sp. Según los datos preliminares de este estudio, algunas especies parásitas pueden soportar condiciones de sequías moderadas, aunque probablemente al agudizarse las condiciones climáticas, como las sequías severas y extremas durante periodos prolongados, no resistirán las modificaciones atípicas y abruptas del clima.

Es una realidad que los cambios climáticos globales afectarán las interacciones hospedero-parásito. Por ello, es prioritario continuar generando información acerca del impacto de los factores climáticos sobre estos, y crear modelos predictivos basados en su comportamiento y efecto sobre las poblaciones de hospederos.

Referencias

Brooks, D.R. y E.P. Hoberg. 2007. How will global climate change affect parasite-host assemblages? *Trends in Parasitology* 23:571-574.

Cruz-Mendoza, I., J.A. Figueroa, D. Correa *et al*. 2004. Dynamics of *Fasciola hepatica* infection in two species of snails in a rural locality of Mexico. *Veterinary Parasitology* 121:87-93.

Gama, L., E.M. Ordoñez, C. Villanueva-García *et al*. 2010. Floods in Tabasco México: History and Perpectives. En: *Flood Recovery, Innovation and Response II*. D. de Wrachien, D. Proverbs, C.A. Brebbia y S. Mambretti. WIT Press, pp. 25-33.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Gortazar, C., R. Villafuerte, J. Lucientes y D. Fernández-de-Luco. 1998. Habitat related differences in helminth parasites of red foxes in the Ebro valley. *Veterinary Parasitology* 80:75-81.

Hallas, G. y C.M. Bull. 2006. Influence of drying time on nematode eggs in scats of scincid lizard *Egernia stokesii*. *Journal of Parasitology* 92:192-194.

Loreau, M., J. Roy y D. Tilman. 2005. Linking ecosystem and parasite ecology. En: *Parasitism and ecosystem*. F. Thomas, J.F. Guégan y F. Renaud (eds.). Oxford University Press, Reino Unido, pp. 13-21.

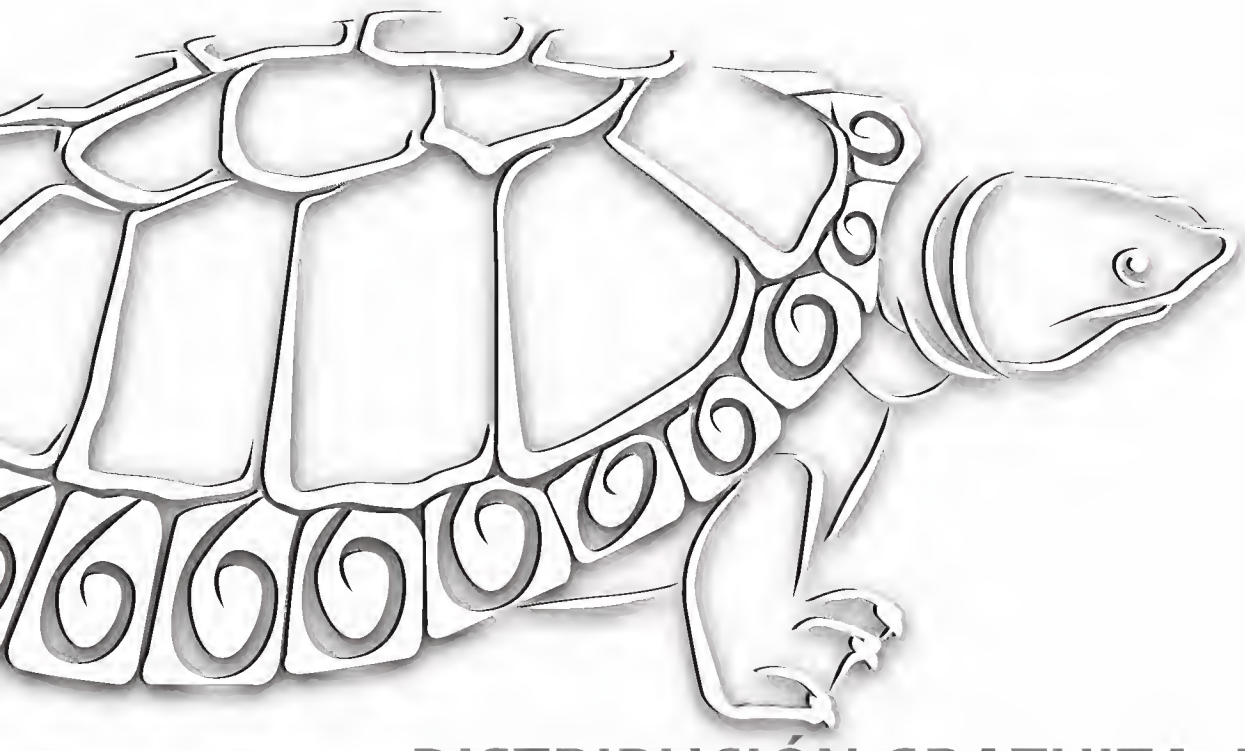
Olsen, A., L. Van Lieshout, H. Marti *et al*. 2009. Strongyloidasis-the most neglected of the neglected tropical diseases? *Translocations of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 103:967-972.

SMN. Servicio Meteorológico Nacional. 2010. Base de datos climatológica. En: ‹*http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=23*›, última consulta: 19 de noviembre de 2010.

——.2017. Monitor de sequía de México. En: ‹*http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico*›, última consulta: 20 de noviembre de 2017.

Soulsby, E.J.L. 1987. *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. Interamericana, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Vulnerabilidad al cambio climático

Lilia María Gama Campillo, Claudia Villanueva García, Hilda María Díaz López, Ricardo Alberto Collado Torres y Eduardo Javier Moguel Ordóñez

Introducción

Los sistemas agropecuarios y la explotación petrolera, consideradas como las principales actividades antrópicas del siglo pasado, ocasionaron cambios importantes en el ambiente debido al avance y uso del desarrollo tecnológico, asociado a la explotación de los recursos naturales, lo que favoreció el cambio de uso del suelo (Gama *et al.* 2010). Los gases generados por dichas actividades son principalmente gases de efecto invernadero que ocasionan el calentamiento global, fomentando el incremento en eventos hidro-meteorológicos extraordinarios que han provocado daños con altos costos.

Es posible identificar padecimientos magnificados por este calentamiento: escasez de agua y alimentos, problemas de salud y un importante daño ambiental que repercutirá en las posibilidades de desarrollo futuro. Asimismo, millones de personas están expuestas cada vez más a impactos de sequias e inundaciones, y muchas especies ven alteradas sus historias de vida y patrones fenológicos, por ejemplo, cuando las plantas con flores cambian sus tiempos de floración o fructificación (Moreno y Pape-Moller 2011).

En general, para la mayor parte del territorio mexicano, los escenarios esperados del cambio climático proyectan condiciones de estrés hídrico que, aunado a un aumento potencial de la población, causaría problemas graves en el futuro, lo que también afectaría la cubierta vegetal y las actividades agrícolas (Magaña *et al.* 2004). Las zonas tropicales cálidas húmedas presentan señales de cambio climático; un ejemplo de ello es el caso de la precipitación de 400 mm que se registró el 28 de octubre de 2007 en Tabasco y que en tres días sumó 600 mm durante la inundación (Gama *et al.* 2010).

La vulnerabilidad es una medida que nos ayuda a determinar el grado de riesgo al que está expuesta la población, sus bienes y sus posibilidades de desarrollo. Considerar los tipos de desastres que amenazan a la población en relación con su ubicación y características, permite conocer la vulnerabilidad de un territorio, y con ello plantear estrategias para enfrentar los impactos esperados por el cambio climático.

Vulnerabilidad en Tabasco

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE, actualmente Instituto de Ecología de Cambio Climático, INECC), Tabasco es una de las zonas más vulnerables a impactos relacionados con el cambio climático, particularmente en relación con el aumento del nivel del mar, altas temperaturas, sequías e inundaciones por eventos extraordinarios de precipitación (SEMARNAT 2009).

Por su ubicación y características geológicas, climáticas, fisiográficas y geomorfológicas, la entidad está expuesta a diferentes impactos relacionados con el cambio climático; por ejemplo, en menos de una década se han presentado inundaciones de gran magnitud que son resultado de precipitaciones extremas cada vez más intensas. De acuerdo con los escenarios esperados por el cambio climático, las tendencias que se presentarán serán un aumento en la temperatura, que puede llegar a 3°C en el 2099 (Magaña *et al.* 2000, 2004, Mendoza *et al.* 2004), y una disminución en la precipitación total de hasta 200 mm anuales con variaciones importantes en su distribución anual (SERNAPAM 2011).

Las proyecciones hechas en relación con el deshielo de los glaciares por el cambio en la temperatura promedio del planeta, explican que algunas regiones costeras son susceptibles a ser inundadas por una elevación del nivel del mar o afectadas por lluvias torrenciales (Tejeda-Martínez y Rodríguez-Viqueira 2007). Por esta razón,

Gama, L., C. Villanueva-García, H.M. Díaz-López, R. Collado y E.J. Moguel Ordóñez. 2019. Vulnerabilidad al cambio climático. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 81-84.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

se promueven políticas públicas en todos los órdenes de gobierno que incluyen este tema como una prioridad.

Es importante conocer en qué medida se alterarán los procesos que caracterizan a la naturaleza de la región y diseñar indicadores para evaluar los efectos del cambio climático, especialmente en relación con los servicios ambientales, con el fin de proponer estrategias de mitigación y adaptación que permitan restaurar, recuperar y fortalecer los ecosistemas naturales que han sufrido un proceso de asimilación por cambio de uso del suelo.

Las modificaciones actuales de los paisajes de Tabasco han sido el resultado de la intensidad en su uso desde hace décadas, lo que ha conducido a un estrés ecológico que, paulatinamente, se percibe en la degradación potencial de los diferentes geosistemas, en particular de las zonas de humedales (vegetación hidrófita) y bosques tropicales (tintales), de los cuales hoy quedan pequeños fragmentos debido a la alta deforestación a la que han sido sometidos (Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona 2005, Galindo-Alcántara 2006). Cabe destacar que, a diferencia del resto de los humedales, los manglares tienden a aumentar su cobertura ya que, a pesar de sufrir pérdidas en el frente de costa, la salinización tierra adentro favorece su desarrollo al equilibrar las tasas de pérdida/ganancia, especialmente en zonas con algún régimen de protección (Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona 2005). Por ello, es importante valorar los resultados de la degradación de los paisajes, los escenarios potenciales de cambio climático y los impactos asociados esperados al mismo, para caracterizar de forma adecuada el estado actual y futuro de los recursos naturales que existen en un marco espacial y temporal determinado. Este análisis permitirá implementar medidas basadas en criterios que consideren la capacidad que tienen los ecosistemas de resiliencia (poder de recuperar su estado original después de un impacto ya sea antrópico, como una tala, o natural, como el paso de un huracán; Gunderson *et al*. 2002).

La degradación que presentan los paisajes y las amenazas de cambio climático (PICC 2000, 2007) son el problema ambiental más crítico en el presente y futuro de Tabasco, entidad que en las últimas décadas ha sufrido una modificación drástica en el uso del suelo por el crecimiento de las actividades agrícolas y pecuarias, como parte de una política de desarrollo que generó la consolidación de la ganadería extensiva como el principal uso del suelo en el estado (Gama *et al*. 2010). Cabe indicar que, si bien la vocación de los suelos de la región no es la ganadería extensiva, ésta se explaya por toda la entidad, y ocupa las zonas bajas temporalmente inundables como reservas de pasto en la época de sequía. Por este motivo, la cobertura vegetal de las zonas de llanuras, lomeríos y sierras se ha visto afectada, favoreciendo el crecimiento del hato estatal a expensas de los últimos reductos de selvas que se encontraban dispersos en varias zonas (Manjarrez *et al*. 2007), como lo ejemplifica el municipio Tacotalpa, donde la ganadería desplazó la cobertura original de selvas por pastizales en un lapso de sólo 16 años (Collado-Torres 2009).

Al haber perdido la mayoría de sus bosques tropicales, Tabasco presenta severas modificaciones en sus sistemas naturales con consecuencias desfavorables, especialmente en su sistema hidrológico, que en otras circunstancias le serviría para adaptarse a los efectos del calentamiento global (SERNAPAM 2011). Estas pérdidas deteriora la calidad de hábitats, especialmente de humedales, lo cual no sólo afecta de manera directa a los habitantes de la zona, sino que genera pérdidas en la capacidad de regulación hídrica, y afecta la dinámica y funcionalidad de procesos ecosistemicos, magnificando los impactos de las inundaciones en todo el estado (figura 1). Esta dinámica ha roto los parámetros anuales de registro de niveles de inundación, llamadas *cotas de inundación*, que es el punto máximo registrado del nivel de la inundación en cada evento, y que se incrementarán en el futuro cercano por los fenómenos vinculados al cambio climático (Gama *et al*. 2010).

El estudio de vulnerabilidad del estado realizado por Gama *et al*. (2010), que la dinámica de la cuenca baja del Grijalva-Usumacinta y la del Tonalá han cambiado sus patrones naturales de inundación en cuanto a la periodicidad, ubicación, extensión y duración, no sólo por las modificaciones del territorio y la fragmentación de los ríos, sino por el incremento de eventos de precipitación extremos, lo que muestra la urgente necesidad de determinar las zonas vulnerables del estado para generar soluciones ante nuevos fenómenos extremos. Estos eventos están asociados principalmente a los desbordes de los ríos Usumacinta y Grijalva, debido a tres causas principales: lluvias de verano en las zonas de la cuenca alta, lluvias locales asociadas a los frentes fríos, lo que incrementa la cantidad de inundaciones con impactos muy significativos.

Por otro lado, Tabasco presenta procesos importantes de erosión y modificación de costa como una dinámica natural (Ortíz-Pérez 1994, Hernández-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Inundación en la calle Arboledas, Villahermosa, en 2007. Foto: María Elena Macías-Valadez.

Santana *et al.* 2008), además de una susceptibilidad en la ocurrencia de desastres geoecológicos motivados por procesos antrópicos o naturales, como sedimentación y colmatación de los cuerpos de agua (que es la pérdida de capacidad de acumulación de agua de lagunas y ríos, así como de flujo de los ríos por el incremento de sedimentos), problemas de drenaje, intrusiones de agua del mar que conducen a la salinización de los suelos y acuíferos. Asimismo, el inadecuado desarrollo de infraestructura en la costa ha incrementado la erosión de la playa en diferentes sectores del estado y, con ello, un importante retroceso de la línea de costa (figura 2).

Por su parte, la vulnerabilidad por la elevación del nivel del mar podría magnificarse mediante la erosión por oleaje y la subsidencia (Ortíz-Pérez 1994, Tejeda-Martínez y Rodríguez-Viqueira 2007), lo que hace vulnerable a la región a este evento, con la posibilidad de llegar a un aumento de hasta 90 cm a finales de siglo (PICC 2007), no sólo con cambios en la línea de costa, sino con importantes intrusiones marinas que provocarían salinización en varias zonas del estado (Hernández-Santana *et al.* 2008).

Figura 2. Retroceso de la línea de costa y faro inclinado en la Barra de Tupilco, en Comalcalco, Tabasco. Foto: Ricardo Collado-Torres.

Conclusión

Debido a la ubicación y características fisiográficas, hidrográficas, geológicas y geomorfológicas, Tabasco es una zona muy amenazada y vulnerable a impactos derivados de fenómenos climáticos globales. Esto afecta-

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

rá a la población, a las actividades socioeconómicas y a los paisajes naturales en diferente forma y magnitud. Por tratarse de una zona baja y con alta densidad de cuerpos de agua, es necesario tener información que permita desarrollar estrategias de adaptación para amortiguar en el largo plazo los costos potenciales que tendrá este impacto.

Cabe resaltar que existen varios factores que contribuyen a incrementar la vulnerabilidad de la entidad, entre ellos:

- El cambio de uso del suelo que resulta de la deforestación, especialmente en la parte alta de la cuenca, incide de forma importante en reducir la capacidad de infiltración y propicia el incremento de la sedimentación.
- La pérdida de los bosques de galería elimina a su vez la barrera natural que estos forman en los ríos.
- El crecimiento no planeado de la infraestructura interfiere con la dinámica natural del paisaje, provocando que ríos y escurrimientos no cuenten con pasos de agua que permitan un flujo razonable.

De no ser controlado y revertido, este avance destructivo hacia los sistemas naturales contribuirá a aumentar la vulnerabilidad ante los impactos esperados por el cambio climático, disminuyendo drásticamente las capacidades de adaptación a estos eventos.

Referencias

Collado-Torres, R. 2009. *Dinámica de la vegetación y uso del suelo en el municipio de Tacotalpa, Tabasco (1984-2000)*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Galindo-Alcántara, A. (coord.). 2006. *Cartografía del ordenamiento ecológico del estado de Tabasco (anexo cartográfico). Colección Leandro Rovirosa*. UJAT/SEDESPA/PEMEX, México.

Guerra-Martínez, V. y S. Ochoa-Gaona. 2005. Identificación y variación de la vegetación y uso del suelo en la reserva Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000) mediante sensores remotos y sistemas de información geográfica. *Ra Ximhai* 1(2):325-346.

Gunderson, L.H., C.S. Holling, L.Pritchard y G.D. Peterson. 2002. Resilience of large-scale resource systems. En: *Resilience and the behavior of large-scale systems*. L.H. Gunderson y L. Pritchard (eds.). Island Press, pp. 3-20.

Gama, L., E.M. Ordoñez, C. Villanueva-García *et al*. 2010. Floods in Tabasco Mexico: history and perspectives. En: *Floods recovery, innovation and response II*. D. de Wrachien, D. Proverbs, C.A Brebbia y S. Mambretti (eds.). WIT Press, pp. 25-33.

Hernández-Santana, J.R., M.A. Ortiz-Pérez, A.P. Méndez Linares y L. Gama. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. *Investigaciones Geográficas* 65:7-21.

Magaña, V., C. Conde, O. Sánchez y C. Gay. 2000. Evaluación de escenarios regionales de clima actual y de cambio climático futuro para México. En: *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México*. C. Gay (comp.). INE/UNAM/US Country Studies Program, México, pp. 9-26.

Magaña, V., J.M. Méndez, R. Morales y C. Millán. 2004. Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México. En: *Cambio climático: una visión desde México*. J. Martínez, A. Fernández-Bremauntz y P. Osnaya (eds.). INE/SEMARNAT, México, pp. 203-214.

Manjarrez, B., S. Hernández, B. de Jong *et al*. 2007. Configuración territorial y perspectivas de ordenamiento de la ganadería bovina en los municipios de Balancán y Tenosique, Tabasco. *Investigaciones Geográficas* 64:90-115.

Mendoza, V.M., E.E. Villanueva y L.E. Maderey. 2004. Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas de México ante el cambio climático global. En: *Cambio climático: una visión desde México*. J. Martínez, A. Fernández-Bremauntz y P. Osnaya (eds.). INE/SEMARNAT, México, pp. 115-226.

Moreno, J. y A. Pape-Moller. 2011. Extreme climatic events in relation to global change and their impact on life histories. *Current Zoology* 57(3):375-389.

Ortiz-Pérez, M.A. 1994. Repercusiones del ascenso del nivel del mar en el litoral del golfo de México: un enfoque geográfico de los problemas del cambio global. En: *México ante el cambio climático. Memorias del primer taller de estudio de país*. C. Gay, L.G. Ruiz, M. Imaz *et al*. (eds.). INE/UNAM/US Country Studies Program, México, pp. 191-197.

PICC. Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 2000. Escenarios de emisiones. Informe especial del grupo de trabajo III del PICC. Cambridge University Press, Reino Unido.

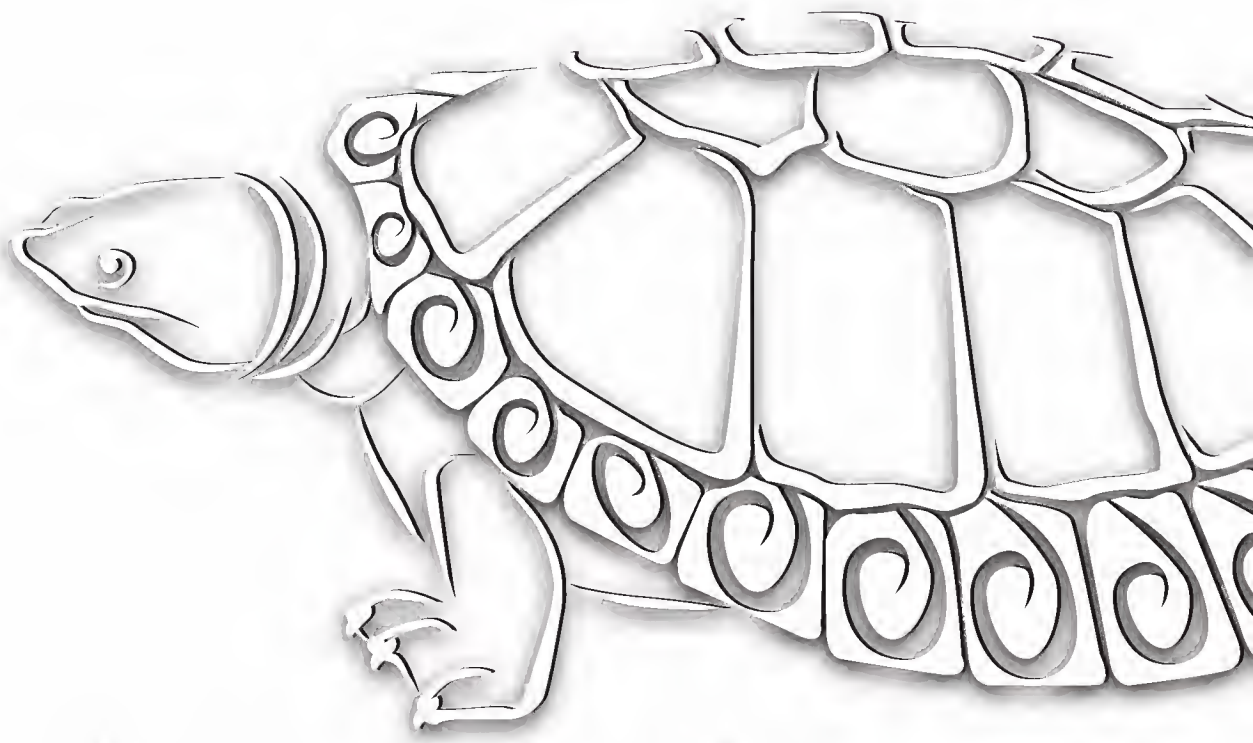
——. 2007. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Summary for Policy Makers*. Cambridge University Press, Cambridge.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. México: cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. SEMARNAT, México.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2011. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

Tejeda-Martínez, A. y L. Rodríguez-Viqueira. 2007. Estado de la investigación de los aspectos físicos del cambio climático en México. *Investigaciones Geográficas* 62:31-43.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Vulnerabilidad al cambio climático en los humedales de Pantanos de Centla

Lilia María Gama Campillo, Hilda María Díaz López, Ricardo Alberto Collado Torres, Claudia Villanueva García, Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Juan de Dios Valdez Leal, Eduardo Javier Moguel Ordóñez y Claudia Elena Zenteno Ruiz

La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, la más importante de su tipo en Mesoamérica por su ubicación y características físico-biológicas (Barrera *et al.* 1988), es una zona muy amenazada por impactos derivados de fenómenos climáticos globales que afectarán de diferente forma y magnitud a su población, actividades socio-económicas y paisajes naturales (Garibay *et al.* 1988). Aunque se localiza en una zona protegida, enfrenta impactos ambientales provocados por la actividad humana, como la explotación de recursos naturales, especies invasoras, interrupción o alteración de los flujos de los ríos y ocasionales derrames petroleros, además de alteraciones como sequías o lluvias torrenciales que provocan inundaciones.

Al considerar lo anterior, así como el análisis del paisaje y acorde con los escenarios de cambio climático construidos (Magaña *et al.* 2004), son varios los impactos esperados: incremento en la temperatura, a la cual las especies de anfibios y reptiles serán particularmente sensibles; cambios en los periodos de inundación que ya afecta a las especies de flora y fauna asociados a los pantanos; y la potencial entrada de aguas marinas, que es sin duda, la mayor amenaza vinculada a procesos derivados del cambio climático, considerando su ubicación cercana a la costa y desembocadura de los dos ríos más caudalosos del sureste. De presentarse un aumento en el nivel del mar, se provocará no solo un cambio en la línea de costa cercana, sino también una intrusión marina por algunas de estas zonas de pantanos que se encuentran por debajo del nivel del mar, lo que resultará en un incremento de la salinidad de los cuerpos de agua interiores, por ser la zona más baja del estado, con áreas por abajo del nivel del mar (figura 1).

Por esta razón es necesario contar con información que permita desarrollar estrategias de adaptación, como medidas preventivas a largo plazo, como son los corredores biológicos. Conocer detalles de los paisajes y su estado de conservación facilitará el cálculo de los impactos esperados en diferentes escenarios de cambio climático (PICC 2000, 2007) para contar con criterios adecuados con la capacidad de recuperación y protección de esta zona protegida. Los resultados de análisis preliminares (Gama *et al.* 2010) evidencian que la zona está siendo afectada por la construcción de infraestructura y sus efectos sobre los procesos naturales se acentuarán al modificarse aún más las condiciones climáticas.

En la parte alta de la cuenca que incluye a la reserva, la deforestación altera el ciclo del agua, lo que disminuye la infiltración, incrementa la sedimentación y altera los flujos hidrológicos. Por todo esto, conocer la magnitud de estas amenazas en los diferentes escenarios permitirá incluir estrategias de manejo necesarias en el plan de manejo de la reserva y fortalecer las capacidades locales.

Gama, L., H.M. Díaz-López, R. Collado, C. Villanueva-García, C.J. Pacheco-Figueroa, J. Valdez-Leal, E.J. Moguel Ordóñez y C.E. Zenteno-Ruiz. 2019. Vulnerabilidad al cambio climático en los humedales de Pantanos de Centla. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 86-88.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

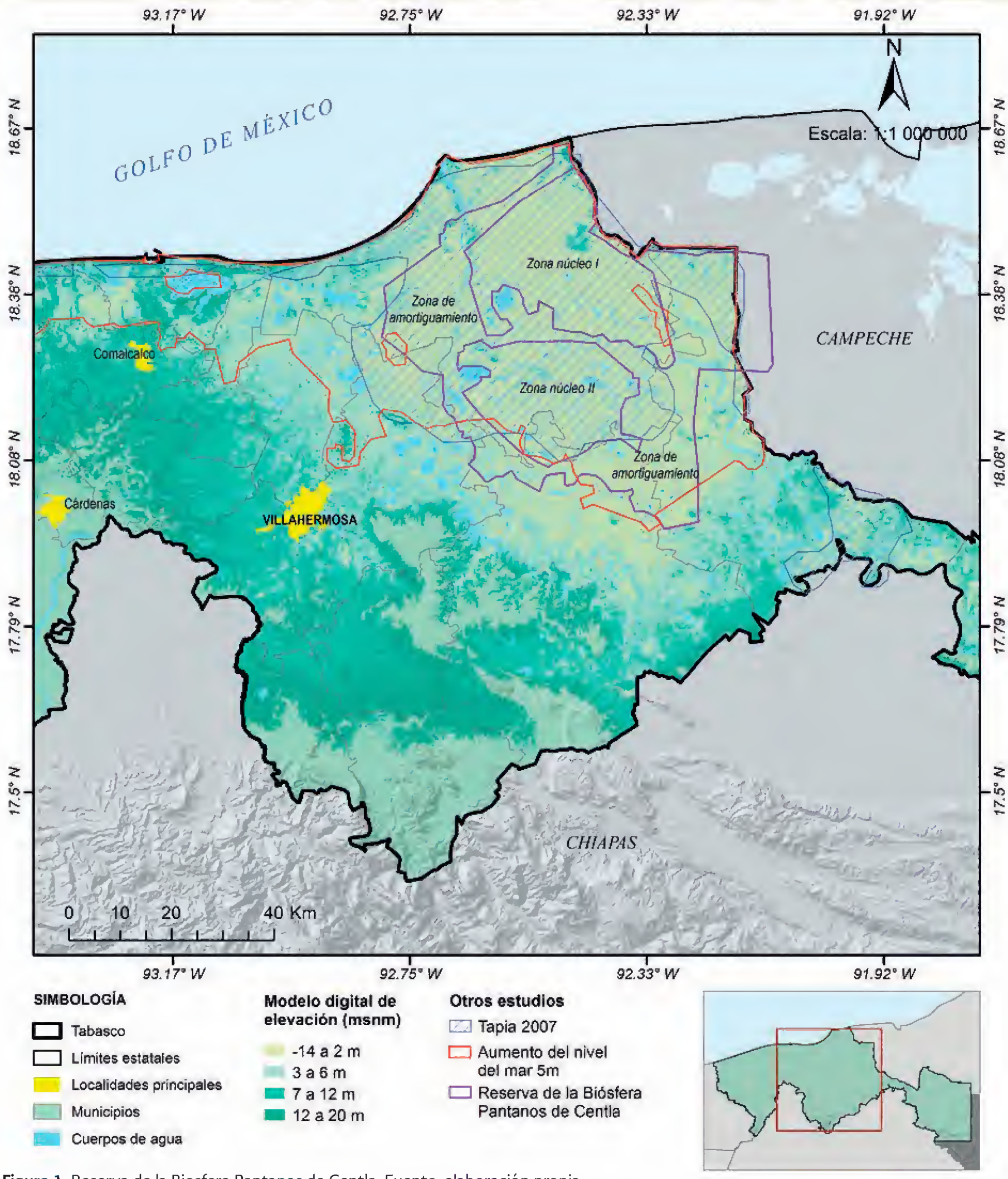


Figura 1. Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Barrera, S.C., J. Correa, A. Fernández *et al.* 1988. Propuesta de establecimiento y manejo de una reserva de la biosfera en los Pantanos de Centla, Tabasco, México. En: *Memorias del Simposio Internacional sobre la Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva*. INIREB, Tabasco.

Gama, L., E.M. Ordoñez, C. Villanueva-García *et al.* 2010. Floods in Tabasco Mexico: history and perspectives. En: *Floods recovery, innovation and response II*. D. de Wrachien, D. Proverbs, C.A Brebbia y S. Mambretti (eds.). WIT Press, pp. 25-33.

Garibay, O.C., E. López, C. Barrera *et al.* 1988. Recursos naturales y sociedad campesina en los Pantanos de Centla, Tabasco, México. En: *Memorias del Simposio Internacional sobre la Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva*. INIREB, Tabasco.

Magaña, V., J.M. Méndez, R. Morales y C. Millán. 2004. Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México. En: *Cambio climático: una visión desde México*. J. Martínez, A. Fernández-Bremauntz y P. Osnaya (eds.). INE/SEMARNAT, México, pp. 203-214.

PICC. Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 2000. *Escenarios de emisiones. Informe especial del grupo de trabajo III del PICC*. Cambridge University Press.

——. 2007. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Summary for Policy Makers*. Cambridge University Press.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La gestión de los residuos sólidos urbanos, un factor de riesgo para la biodiversidad

José Ramón Laines Canepa

Introducción

A escala global, la pérdida de biodiversidad es reconocida como uno de los problemas ambientales más críticos que enfrenta la humanidad (Prescott *et al.* 2000). Desde su origen, la especie humana ha dependido de los servicios que la biosfera y sus ecosistemas le han brindado para su desarrollo y evolución cultural (Sarukhán *et al.* 2009). Los asentamientos humanos se han convertido en factores de carga sobre los recursos biológicos, los cuales son necesarios para satisfacer demandas individuales y colectivas. El ser humano es el principal agente promotor de los cambios suscitados en la corteza terrestre, al menos en términos de materiales transportados y transformados anualmente (Ludevid 2006). La población ha crecido tanto que diariamente se generan cantidades mayores de residuos (mal llamados *basura*). Su mala gestión conlleva a un deterioro de la salud humana y de los ecosistemas con pérdidas económicas y del valor estético de las áreas naturales, daños a la función de los ecosistemas y la biodiversidad (Tawfic *et al.* 2005).

Dentro del marco normativo mexicano existe la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), en la cual se tipifican tres tipos de residuos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos peligrosos (RP) y residuos de manejo especial (RME; SEMARNAT 2003). En particular, los RSU generados en los hogares (que resultan de la eliminación de los materiales utilizados en las actividades domésticas, de los productos consumidos y de los envases, embalajes o empaques, o que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública, así como los que resultan de la limpieza de las vías y lugares públicos) son manejados de forma inadecuada desde que se generan hasta que son llevados a los tiraderos de residuos a cielo abierto (mal llamados *basureros*), lo que agrava los problemas (figura 1).

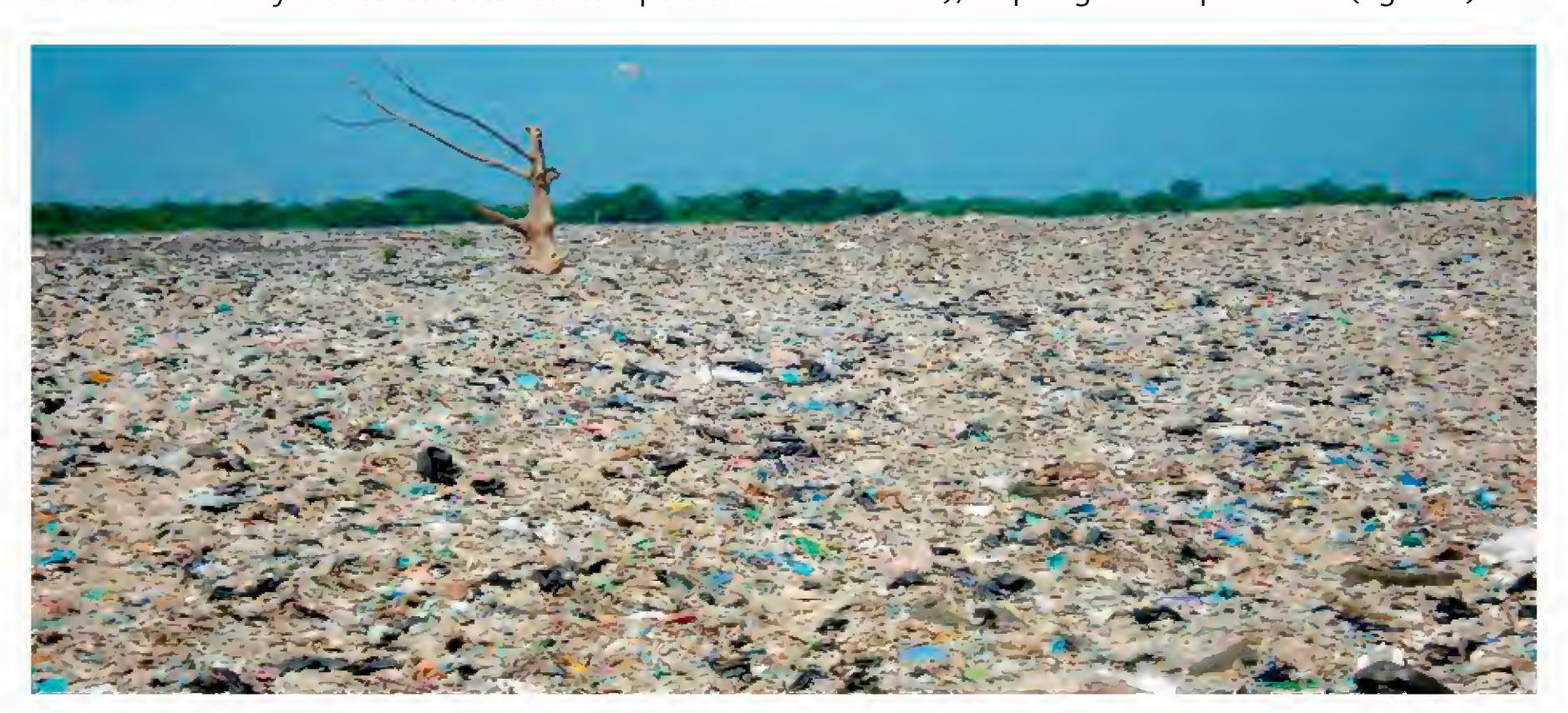


Figura 1. Tiradero a cielo abierto. Foto: José Ramón Laines Canepa.

Laines Canepa, J.R. 2019. La gestión de los residuos sólidos urbanos, un factor de riesgo para la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 89-93.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La gestión y el manejo integral de los residuos son dos actividades esenciales para promover el bienestar humano, la activación económica, el cuidado y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. En la LGPGIR se define la gestión como el conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, administrativas, sociales, educativas, de planeación, monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, optimizar económicamente su manejo y su aceptación social, y responder a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región. El manejo integral comprende las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente hechas o combinadas de manera apropiada para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, y cumplir los objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (SEMARNAT 2003).

Gestión y manejo integral de los RSU

La generación de RSU se ha incrementado de manera paralela al crecimiento de las ciudades y a la tendencia de la concentración de la población en los centros urbanos, así como por la adopción de un estilo de vida semejante al modelo de las sociedades industriales. En México se calcula una generación de 94 800 t/día, que equivalen a 34.6 millones de t/año, con una composición aproximada de 53% de residuos orgánicos, 28% potencialmente reciclables y 19% no aprovechables. Se estima que se recolecta 87% de los residuos generados, de los cuales 64% se envían a 88 rellenos sanitarios y 21 a sitios controlados, y el resto se deposita en tiraderos a cielo abierto (SEMARNAT 2008).

En las zonas urbanas, los departamentos de limpia y encargados de la administración del aseo urbano sólo se enfocan en tres actividades del manejo integral: almacenamiento, transporte y disposición final de los RSU. En los últimos años se ha incrementado la cobertura de recolección al aumentar la flotilla de camiones para la transportación de los residuos; en la mayoría de los municipios la disposición final se lleva a cabo de manera inadecuada, ocupando normalmente áreas de la zona rural. La política gubernamental de gestión no ha permeado en toda la sociedad: no se reconoce a los RSU como los generados a partir de actividades que satisfacen las necesidades de la sociedad mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

En la entidad existe la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco, misma que incluye una sección para los residuos sólidos de manejo especial y urbano (sección VI), a diferencia de otros estados que tienen una ley estatal exclusiva para manejar sus residuos. Los programas estatales y municipales para la prevención y gestión integral de los residuos apenas comienzan a elaborarse, a pesar de ser un mandato desde 2004.

El diagnóstico básico estatal de los RSU se terminó en el 2011. Se estimó una generación de 1 292 000 t/año de residuos; de éstas, 61% corresponden al RSU y el resto a RP y RME. Se detectaron 207 tiraderos comunitarios a cielo abierto; 68% de la población tiene servicio de recolección y 32% no tiene. En la entidad, la generación diaria es de 2 238 t, con un resultado *per cápita* de 0.97 kg/hab/día. La composición aproximada de los residuos orgánicos es de 43.21% (mayormente residuos de jardinería y comida); 60.33% potencialmente acopiables con opción a reuso y reciclado, y 26.38% de residuos no aprovechables (SERNAPAM 2011).

Impacto debido al manejo inadecuado de los RSU

Los RSU producidos por la urbanización acelerada y manejados inadecuadamente representan una amenaza a la variedad de ecosistemas y procesos a los que dan lugar. Normalmente, estos residuos son depositados en tiraderos a cielo abierto, cuerpos de agua, pantanos, playas, barrancas, áreas naturales protegidas, lotes baldíos, calles y carreteras (Cortinas 2001). Organismos terrestres pueden estar expuestos a los residuos mediante la cadena alimentaria por inhalación o por contacto directo; los organismos acuáticos también pueden tomar los residuos directamente del agua.

En caso de niveles suficientemente altos de contaminación por lixiviación, como suele suceder en estos tiraderos sin control, los organismos reciben

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

aguda exposición a sustancias tóxicas y mueren en masa (Tawfic *et al.* 2005). La figura 2 muestra este impacto, en el que un ambiente invadido deja entrever pequeñas porciones de pasto entre toneladas de residuos, lo que provoca un rápido deterioro del hábitat y una disminución en la cantidad de especies de flora y fauna. Otro grave conflicto es la proliferación de fauna nociva en vertederos incontrolados (Sánchez *et al.* 1998); la figura 3 muestra un tiradero a cielo abierto del municipio Nacajuca convertido en refugio de vectores sanitarios portadores de microorganismos patógenos.

Facultades municipales en la gestión y manejo integral de los RSU

Los municipios tienen a su cargo las funciones del manejo integral de los RSU conforme a las siguientes facultades (SEMARNAT 2003):

- Formular los programas municipales para la prevención y gestión integral de los RSU observando lo dispuesto en el programa estatal.
- Emitir reglamentos y disposiciones jurídicos-administrativas de observancia general.
- Controlar los RSU prestando por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral.
- Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral.
- Establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores de RSU.
- Verificar el cumplimiento de la LGPGIR, normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos jurídicos, e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables.
- Participar en el control de los RP generados por microgeneradores, así como imponer las sanciones que procedan.
- Coadyuvar en la prevención de la contaminación de sitios con materiales y RP, así como su remediación.
- Cobrar el pago de los servicios de manejo integral y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos.

Propuestas

- Formular un reglamento municipal para la prevención y gestión integral de los RSU.
- Establecer un manual para el manejo integral de los RSU.
- Considerar en el Programa Operativo Anual, los recursos para operar el Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Establecer una planeación estratégica para la gestión y el manejo integral de los residuos.

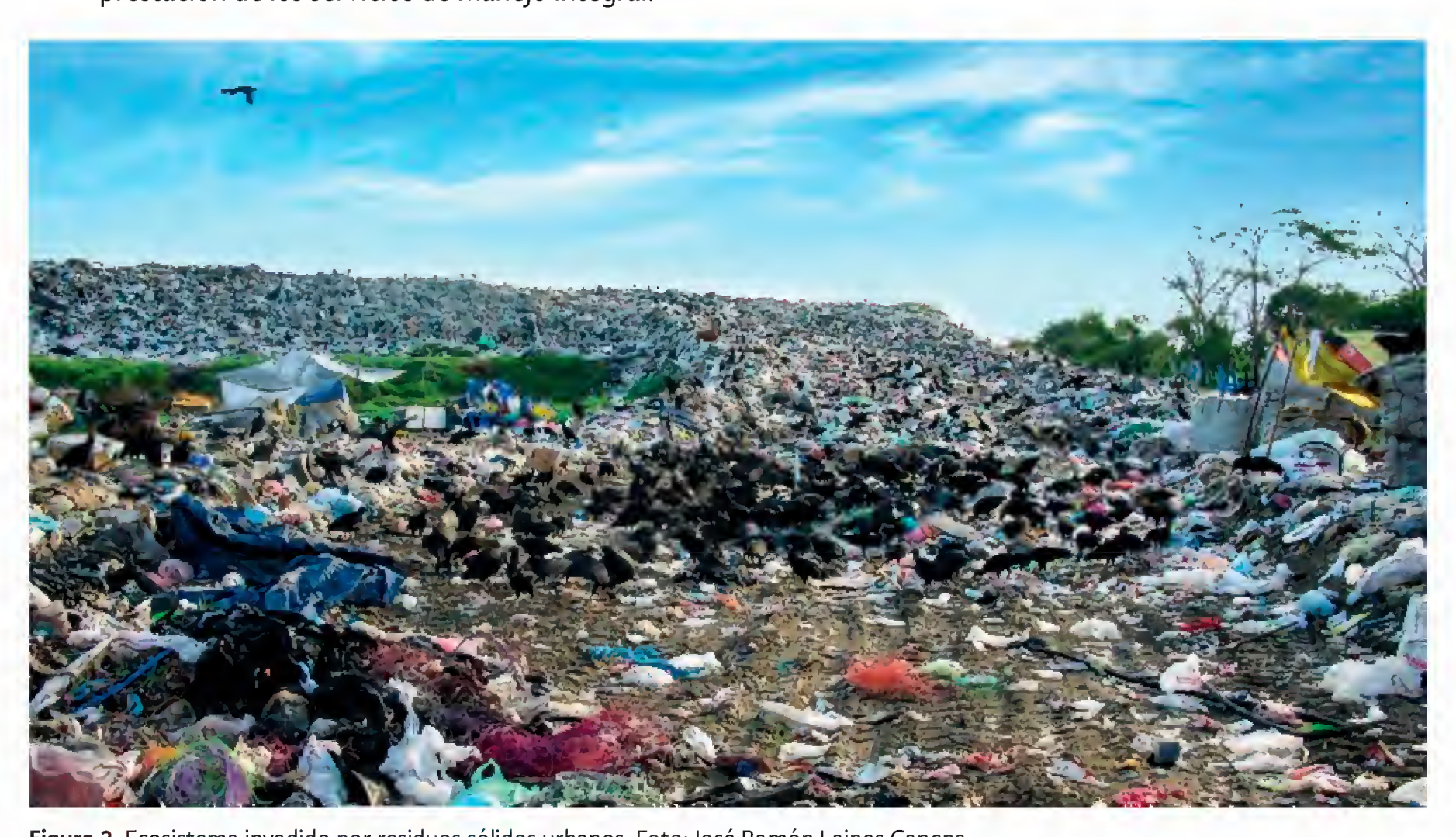


Figura 2. Ecosistema invadido por residuos sólidos urbanos. Foto: José Ramón Laines Canepa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Perro dentro de un tiradero a cielo abierto, Nacajuca, Tabasco. Foto: José Ramón Laines Canepa.

- Conformar dentro de la Dirección de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable, el departamento de gestión y manejo integral de los RSU.
- Promover los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos en la sociedad.
- Desarrollar programas ambientales de educación no formal.
- Determinar indicadores que permitan la evaluación del desempeño.
- Mantener un sistema de información acerca de la generación de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, valorización y desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos.
- Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos que provienen de los hogares, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales.
- Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos.
- Desarrollar mercados de subproductos mediante criterios ambientales, tecnológicos, sociales y económicos con esquemas flexibles de financiamiento.
- Fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica para reducir su generación y diseñar alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios.
- Establecer medidas de control, correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de la LGPGIR y las disposiciones que de ella se deriven, así como para imponer las sanciones que corresponda.

Conclusión

Aun cuando se cuenta con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, el deterioro de los ecosistemas es cada día más eminente por el uso de tiraderos a cielo abierto. La mala gestión pone en riesgo a los ecosistemas y su biodiversidad. México es poseedor de una biodiversidad de las más amplias en el mundo, y en su territorio se encuentran áreas que son centro de origen y de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

diversidad genética de especies y variedades que deben ser protegidas, utilizadas, potenciadas y aprovechadas de manera sustentable por ser un valioso reservorio de riqueza en moléculas y genes para el desarrollo del país (SS 2005).

Es necesaria una ley ambiental estatal exclusiva para normar el manejo de los residuos con un enfoque holístico, como se está haciendo en el resto del país. Se deben establecer los mecanismos de solución mediante una planeación estratégica que permita una participación organizada, reflexionar de forma colectiva y consenso responsable de toda la sociedad (productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos y los tres órdenes de gobierno), así como establecer indicadores de desempeño en cada municipio y por trienio. Para ello se deben tener como referencia los planes y programas de política ambiental para la gestión de residuos, como el Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PMPGIR) y los planes de manejo (para cada tipo de residuos.

Es necesario evaluar indicadores negativos importantes mediante estudios de casos de enfermedades relacionados con vectores sanitarios que provienen de tiraderos a cielo abierto (leptospirosis, paludismo, dengue, rabia, etc.), áreas quemadas cercanas a tiraderos a cielo abierto, cuerpos de agua contaminados por lixiviados, zonas de tierra destinadas a la disposición final de los residuos, y paisajes naturales modificados. También se pueden evaluar indicadores positivos; es decir, toneladas de materiales reciclados (plásticos, aluminio, papel y cartón) y de materia orgánica tratada por procesos aerobios y anaerobios, sitios contaminados en proceso de remediación, así como hectáreas recuperadas como áreas verdes que servían como tiraderos a cielo abierto. Realizar una gestión y un manejo integral de los residuos no está a discusión, ya que es un ordenamiento legal y su obediencia radica en la voluntad, el compromiso y la responsabilidad del gobierno y la sociedad. Gestionar y manejar de forma integral los RSU es un mandato de nuestra Carta Magna y dejar de hacerlo violenta la soberanía (Congreso de la Unión 1917). En las manos de todos está la solución.

Referencias

Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 27 de enero de 2016.

Cortinas, C. 2001. Hacia un México sin basura: bases e implicaciones de las legislaciones sobre residuos. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

Ludevid, M. 2006. *El cambio global en el medio ambiente, introducción a sus causas humanas*. Alfaomega, México.

Prescott, J., B. Gauthier y J. Mbongu. 2000. *Guía para desarrollar una estrategia de biodiversidad desde una perspectiva de desarrollo sostenible*. IEPF/PNUMA/PNUD, Quebec.

Sánchez, J., I. Semadeni y M. Rodríguez. 1998. *El manejo de los residuos generados por los servicios de salud*. AMCRESPAC, México.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias *et al*. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. En: ‹*http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Capital%20Natural%20de%20Mexico_Sintesis.pdf*›, última consulta: noviembre de 2016.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 22 de mayo de 2015.

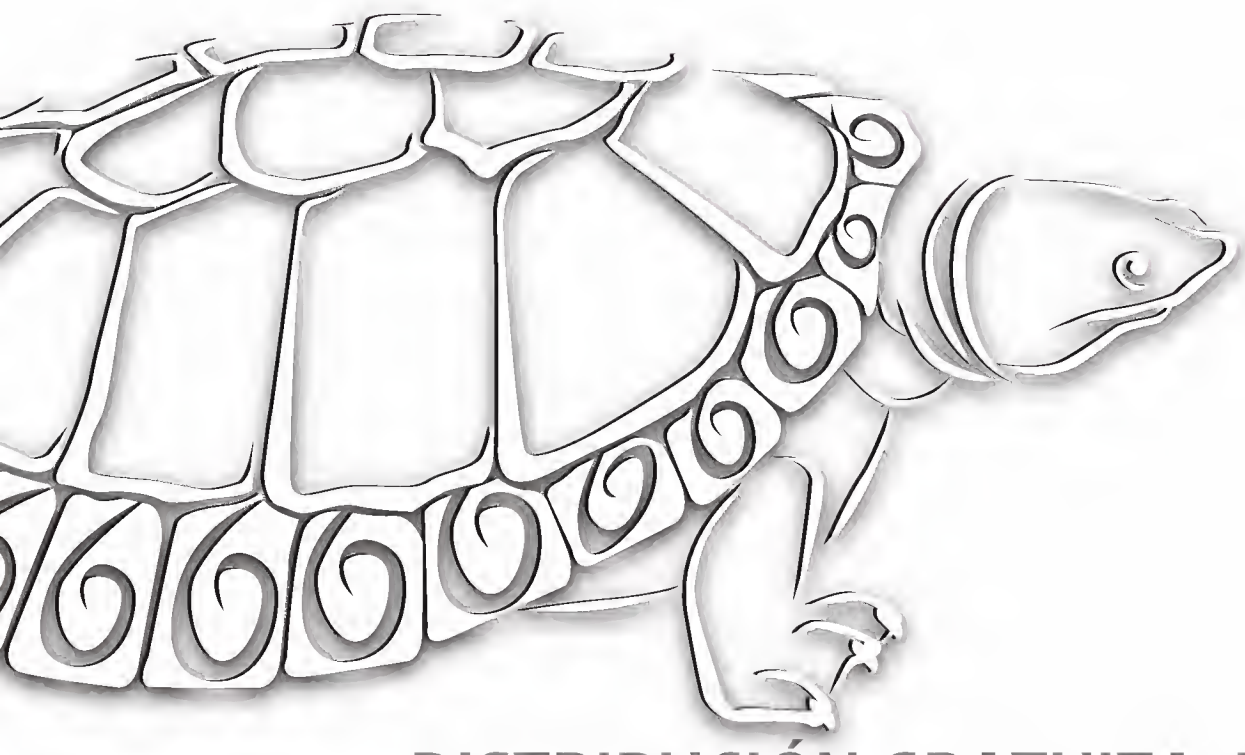
——. 2008. Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012. SEMARNAT, México.

SS. Secretaría de Salud. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Publicada el 18 de marzo de 2005 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SERNAPAM. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2011. Situación actual de la gestión integral de residuos en Tabasco. Foro sobre la Gestión Integral de Residuos. ANAAE, México.

Tawfic, M., O. Osibanjo, N. Lewis y M. Pilson. 2005. Waste processing and detoxification. Chapter 15. En: ‹*http://www.millenniumassessment.org/documents/document.284.aspx.pdf*›, última consulta: noviembre de 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Infraestructura petrolera y su impacto en la fauna silvestre

Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Elías José Gordillo Chávez, Juan de Dios Valdez Leal, Fabiola de la Cruz Burelo, Eduardo Javier Moguel Ordóñez y Lilia María Gama Campillo

Introducción

La infraestructura petrolera es necesaria para extraer y distribuir el petróleo, y requiere de diferentes etapas: exploración, perforación, producción y distribución. Cada una presenta diferentes impactos para el medio ambiente y la biodiversidad (Rozo y Meneses 2005, Naugle 2011), y el impacto de los daños estará asociado al tipo e intensidad de la actividad. Según O´Sullivan (1999) y Conesa-Fernández (2010) los impactos que ocasiona la infraestructura petrolera pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Cualitativos: se basan en juicios de valoración.
- Espaciales: dependen de la extensión, ya sean puntuales, parciales o extendidos.
- De respuesta: están en función de la capacidad para revertirse, mitigarse o no revertirse.
- Temporales: son los continuos o discontinuos.
- Ordinales: se basan en la acción y se clasifican en directos e indirectos.
  a. Directos: en los que se determina la causa-efecto.
  b. Indirectos: cuando el efecto es interdependiente.
- Acumulativos: sus efectos se van adicionando hasta rebasar la capacidad de recuperación del sistema; es decir, hasta la pérdida de la resilencia.

El efecto de los impactos en la vida silvestre depende, en gran medida, de la escala espacial y temporal, así como de la magnitud del impacto. De acuerdo con la escala espacial, es posible dimensionar si el efecto de los impactos es sobre un grupo de individuos, una población o una comunidad de vida silvestre; sin embargo, la escala temporal no presenta una relación lineal con la espacial por lo que, dependiendo de los indicadores que se usen para evidenciar el impacto, será necesario definir el tiempo de las mediciones. Por otra parte, el incremento de la severidad de un impacto es responsable de que sea posible la recuperación ante el mismo.

Impactos directos, indirectos y acumulativos a causa de las actividades petroleras en el estado

En Tabasco la industria petrolera lleva a cabo, principalmente, actividades de exploración, perforación y producción. La exploración o prospección sísmica es un sistema de cuadrícula de varios kilómetros cuadrados, en el cual se realizan detonaciones para hacer una lectura mediante sistemas de sonar y determinar los posibles yacimientos. La perforación y producción implican la construcción de caminos de acceso a una pera o localización en donde se ubica equipo especializado que localiza un objetivo a perforar. La perforación y producción requieren del ingreso de maquinaria y equipo, por lo que puede demandar la ampliación de las localizaciones; en caso de pozos productivos incluye la construcción de infraestructura adicional con ductos y áreas especiales para otro tipo de instalaciones complementarias.

Estas actividades causan impactos negativos directos (cuadro 1) e indirectos (cuadro 2) en la fauna silvestre. Se han hecho diversos estudios acerca de los impactos directos a causa de la construcción de infraestructura carretera (Delgado *et al.* 2004, Kaseloo 2005); sin embargo, hace falta estudiar los impactos indirectos. En Tabasco se sabe que en una década (1970-1980) la infraestructura carretera pasó

Pacheco-Figueroa, C.J., E.J. Gordillo-Chávez, J. Valdez-Leal, F. de la Cruz-Burelo, E.J. Moguel Ordóñez y L. Gama. 2019. Infraestructura petrolera y su impacto en la fauna silvestre. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 95-99.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de 103 a 206 m/km² (Tudela 1992) pero, a la fecha, no existe ningún estudio del impacto indirecto que genera dicho incremento en la infraestructura.

Al considerar que las carreteras son muy importantes para el desarrollo de las comunidades y que son punta de lanza para el deterioro de los ecosistemas, De la Cruz (2009) analizó la dinámica de las carreteras respecto a las instalaciones de la industria petrolera y el crecimiento demográfico del área. Para ello hizo un análisis cartográfico del cambio de la red carretera en el ejido Nuevo Centla, municipio Centla, en el periodo de 1984 a 2008, utilizando fotografías aéreas (1984) e imágenes de satélite (2008). Se generaron y analizaron las coberturas en ArcView 3.3 y se realizó un buffer de 100 m alrededor de las carreteras identificadas para analizar los cambios. Con los datos obtenidos se construyó una matriz de transición y un modelo de cambio para mostrar las probabilidades de modificación en el manglar, por la red carretera.

Se observó que en 1984 la red carretera de la zona era de 60.23 km, entre estatales y federales, y no se registró actividad petrolera en ese año. Para 2008, la red había aumentado 37.85 km, con un total de 98.08 km de carreteras y el establecimiento de un campo petrolero que registró afectaciones en 4.56 ha, de las que sólo 0.11 ha correspondieron directamente al manglar; sin embargo, la construcción de tres carreteras como acceso previo a las plataformas petroleras (dos de pavimento y una de terracería) se realizó en 90% sobre fragmentos de manglar, lo que ocasionó una pérdida de 550 ha debido a los efectos indirectos del proceso constructivo.

Para el 2008 se identificaron tres plataformas de perforación utilizadas en la explotación de gas e hidrocarburos, por lo que es común asociar a esa industria con la deforestación que se presenta en el área; no obstante, se debe tener en cuenta que la mayoría de los impactos no son generados por esas instalaciones que ocupan un espacio definido, ya que al término de la actividad (cuando son abandonadas), en muchos casos se regenera la vegetación (De la Cruz 2009). La amenaza potencial más grave que presentan los ecosistemas por la infraestructura carretera son los impactos ambientales indirectos que no se evalúan en el escenario de su construcción, que son los que provocan la mayor afectación a los ecosistemas (De la Cruz 2009).

Cuadro 1. Impactos directos a causa de la actividad petrolera en el estado.

Causa	Efecto	Referencia
Actividades de deforestación en todas las etapas del proceso de obtención de hidrocarburos	Pérdida de hábitat	Nellemann *et al.* 2003, Navas-Torres y Rodríguez-Rincón 2010, Hebblewhite 2011
	Afectación de la fauna silvestre. Desplazamiento de la fauna a otros sitios especialmente en época de cría	Dyer *et al.* 2001, Nellemann *et al.* 2003, Vistnes *et al.* 2004
Apertura de brechas parasísmica	Favorecen los frentes de colonización y de extracción ilegal de recurso naturales, tales como fauna o flora para su uso o comercialización	May *et al.* 2006, Navas-Torres y Rodríguez-Rincón 2010
Instalación de caminos	Mortandad de la fauna por colisión con vehículos	Seiler 2001, May *et al.* 2006
Efecto de borde del camino	Colonización por especies plaga en los hábitats aledaños a las zonas afectadas Pérdida de especies que se alejan de los bordes	Seiler 2001, Nellemann *et al.* 2003
Incremento de actividades antrópicas en el área de las obras	Disminución de la presencia de fauna local, ya que esta evita la contaminación lumínica y química generada por las actividades	Nellemann *et al.* 2003, Vistnes *et al.* 2004
Emisión de sonidos durante las prospecciones sísmicas o la remoción de cobertura para el brecheo	Modificación del comportamiento de muchas especies. Perturbación principalmente de mamíferos y aves	Bravo 2007, Kolowski y Alonso 2010
Luz permanente	La luz artificial altera los patrones lumínicos normales, lo que ocasiona la muerte de algunas especies que colisionan o se desorientan. Este tipo de luz atrae insectos ycambia el comportamiento de sus depredadores, como sapos, que se agrupan en estas fuentes de luz	Longcore y Rich 2004
Derrames	Inicialmente afectan a todas las especies que se encuentran o hacen uso del hábitat contaminado, principalmente aves, anfibios y reptiles de hábitos acuáticos	Seiser *et al.* 2000, Ben-David *et al.* 2001, Hovey 2002, García-López *et al.* 2006, Bravo 2007, Halliday y Kraig 2007
	Contaminación de las zonas de forrajeo de otras especies. Su alcance es mayor si los ejemplares contaminados son consumidos por depredadores (bioacumulación)	Peterson *et al.* 2003
	Cambios en la composición de especies. Al desaparecer las especies afectadas de forma directa, aparecen otras oportunistas, lo que ocasiona el cambio en la estructura de la comunidad	Peterson 2001

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Impactos indirectos por la actividad petrolera.

Causa indirecta	Efecto	Referencia
Modifica los patrones culturales y de consumo de los habitantes locales	Se incrementa la cacería por la demanda de piezas de fauna para comercialización	Laurance *et al.* 2009, Suárez *et al.* 2009
Apertura de caminos que facilitan el acceso a las instalaciones petroleras[1]	Fragmentación del hábitat	Walker *et al.* 1987, Laurance *et al.* 2009
	Al contar con más vías de acceso se favorecen los frentes de colonización, lo que ocasiona pérdida de hábitat e incremento de las amenazas a la biodiversidad por explotación de recursos	May *et al.* 2006, Laurance *et al.* 2009, Navas-Torres y Rodríguez-Rincón 2010
Contaminación	En sus distintas etapas, la contaminación ocasiona emisiones atmosféricas, genera residuos sólidos peligrosos que dañan el aire, las aguas y el suelo, y la biodiversidad asociada a ellos	Galván-Rico *et al.* 2007

[1] En Tabasco, el acelerado crecimiento de la industria petrolera generó la construcción de caminos para el acceso de sus infraestructuras y para satisfacer la demanda de los trabajadores que inmigraron al estado (Tudela 1992). Como una práctica común de la actividad petrolera, se incrementa la apertura de caminos para el acceso a las instalaciones, siendo quizás una de las grandes amenazas a la vida silvestre en la actualidad.

También se observó que en el área de estudio el establecimiento de la plataforma de perforación no alteró los fragmentos de manglar ubicados en el sitio, pero se observó que la construcción de la red de carreteras propició el desarrollo de actividades paralelas, como la ganadería, la explotación forestal -incluso la extracción de madera para carbón, postes y leña- y el crecimiento de los asentamientos humanos en áreas que en un principio eran inaccesibles para las personas. Con base en lo analizado, se encontró que la relación entre el manglar y el establecimiento de la vía de comunicación derivó en la pérdida de superficie de ese ecosistema y de las funciones que lleva a cabo (De la Cruz 2009).

Los impactos directos o indirectos pueden tener impactos acumulativos o sinérgicos pocas veces analizados. Cuando el medio ambiente afectado carece de mecanismos para revertir los impactos negativos de la industria, en un lapso similar o menor al incremento progresivo de las actividades que los provocan, estamos ante una ocurrencia acumulativa. Los impactos acumulativos se refieren a la acción de dos o más causas cuyos efectos son superiores a su simple suma individual (Conesa-Fernández 2010). Por esta razón, todos los impactos deben ser analizados en forma conjunta considerando todas las obras que generen efectos multiplicadores y no de forma separada.

Los impactos acumulativos pueden ser evidenciados a una escala a nivel de paisaje. De esta forma se observa que la actividad petrolera ha ocasionado interrupción de flujos de agua, fragmentación del hábitat, obstaculización del paisaje o su pérdida para la conservación de la vida silvestre, además de que afecta la calidad visual del paisaje. La modificación y ampliación de canales naturales para usarlos como medio de tránsito ha ocasionado grandes impactos en ambientes acuáticos y de paisaje a escala local (Jae-Young *et al.* 2004). La suma de estos elementos ocasiona alteraciones en la ecología de las diferentes especies que se localizan en los ecosistemas (Johnson y St-Laurent 2011).

Recomendaciones

Como ya se explicó, la fauna silvestre del estado ha sido impactada de forma directa e indirecta debido a las actividades petroleras, principalmente por los derrames. La herpetofauna tiene la desventaja de que sus áreas de desplazamiento son reducidas (Carr y Fahrig 2001, Coffin 2007), por lo que es necesario evaluar los impactos en este grupo. Las aves también son vulnerables; sin embargo, su desplazamiento es más eficiente, por lo que una medida sería el ahuyentamiento (auditivo) para prevenir que se contaminen o consuman productos alterados en las áreas de derrames. Los mamíferos tienen diferentes formas de desplazamiento, por lo que es adecuada la misma estrategia. Otra medida importante es evitar que los animales consuman forraje en las zonas contaminadas, porque las especies ajenas al área del derrame pueden morir envenenadas y afectar a otros ejemplares.

La conservación de la fauna silvestre depende, en gran medida, de la disminución de las amenazas, del mantenimiento de la conectividad y, especialmente, del compromiso de todos los actores sociales involucrados en el proceso (Weitzner y Fonseca 2000).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Por eso es necesario evaluar los impactos a causa de la infraestructura petrolera desde una escala biológica para evidenciar el efecto a largo plazo en el ecosistema, en las comunidades y en los organismos afectados (p.e. evaluar la respuesta poblacional determinando si hay cambios en abundancia, distribución demográfica o pérdida de especies; Johnson y St-Laurent 2011). Las evaluaciones de los impactos deben considerar, como factores clave, la escala espacial y temporal, así como los métodos a utilizar. Existen tres métodos para hacerlo; sin embargo, el más utilizado es el método de modelaje por las siguientes razones (Gómez 2002, Conesa-Fernández 2010):

1. Experimental: es poco utilizado por el alto costo y dificultad en el diseño estadístico.
2. Observacional: es poco usado debido a que cuenta con pocas réplicas.
3. Modelaje: es el más utilizado, ya que permite prever la magnitud de los impactos en un marco más amplio, muestra diferentes escenarios y liga los resultados a datos de comportamiento de las especies, su capacidad reproductiva y otras variables.

La ampliación de la escala espacial y temporal de la evaluación de impacto es necesaria para obtener datos confiables de lo que ocurre con las poblaciones y comunidades de fauna silvestre locales. Es necesario incluir los impactos vinculados a peticiones de tipo social, como las relacionadas con la construcción de nueva infraestructura. Si no se consideran estos impactos, el análisis generalizado no mostrará el efecto real de la infraestructura petrolera en la fauna silvestre.

Referencias

Ashenhurst, A.R. y S.J. Hannon. 2008. Effects of seismic lines on the abundance of breeding birds in the Kendall Island Bird Sanctuary, Northwest Territories, Canada. *Arctic* 61(2):190-198.

Ben-David, M., L.K. Duffy y R.T. Bowyer. 2001. Biomarker responses in river otters experimentally exposed to oil contamination. *Journal of Wildlife Diseases* 37(3):489-508.

Bravo, E. 2007. Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad. En: ‹*http://www.oilwatch.org/doc/documentos/impactos_explotacion_petrolera-esp.pdf*›, última consulta: 26 de noviembre de 2012.

Carr, L. y L. Fahrig. 2001. Effect of road traffic on two amphibians species of differing vagility. *Conservation Biology* 15:1071-1078.

Coffin, A. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* 15:396-406.

Conesa-Fernández., V. 2010. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa, Madrid.

De la Cruz, F. 2009. *Posibles impactos de las carreteras en el manglar*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Delgado, J.D., J.R. Arévalo y J.M. Fernández-Palacios. 2004. Consecuencias de la fragmentación viaria. Efectos de borde en la laurisilva y pinar de Tenerife. En: *Ecología Insular*. J.M. Fernández-Palacios y C. Morici (eds.). Asociación Española de Ecología Terrestre/Cabildo Insular de La Palma, Madrid, pp.181-225.

Dyer, S.J., J. O´Neill, S. Wasel y S. Boutin. 2001. Avoidance of industrial development by woodland caribou. *Journal of Wildlife Management* 65:531-542.

Galván-Rico, L.E., R.E. Reyes-Gil, C. Guédez-Mozur y D. De Armas. 2007. Los macroprocesos de la industria petrolera y sus consecuencias ambientales. *Universidad, Ciencia y Tecnología* 11(43):91-97.

García-López, E., J. Zavala-Cruz y D.J. Palma-López. 2006. Caracterización de las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de hidrocarburos. *Terra Latinoamérica* 24(1):17-26.

Gómez, D. 2002. *Evaluación de impacto ambiental*. Mundi Prensa, Barcelona.

Halliday, T. y A. Kraig. 2007. *La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles*. Editorial Libsa.

Hebblewhite, M. 2011. Effects of energy development on ungulates. En: *Energy development and wildlife conservation in western North America*. D.E. Naugle (ed.). Island Press, pp. 71-94.

Hovey, A.K. 2002. *Effects of diet and crude oil ingestion on growth and biochemistry of captive-reared pigeon guillemots (Cepphuscolumba)*. Tesis de maestría en ciencias. Oregon State University, Estados Unidos.

Jae-Young, K., J. Day, J. Barras *et al*. 2004. Los impactos de las actividades relacionadas con el petróleo y el gas en la disminución de los humedales costeros del delta del Misisipi. En: *Diagnóstico ambiental del golfo de México. Vol. 2*. M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comp.). SEMARNAT/INE/INECOL/HRIGMS, México, pp. 957-977.

Johnson, C.J. y M.H. St-Laurent. 2011. Unifiying framework for understanding impacts of human developments on wildlife. En: *Energy development and wildlife conservation in western North America*. D.E. Naugle (ed.). Island Press, pp. 27-54.

Kaseloo, P.A. 2005. Synthesis of noise effects on wildlife populations. En: *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation*. C.I. Irwin, P. Garret

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y K.P. Mcdermontt (eds.). North Carolina State University, Raleigh, pp.33-35.

Kolowski, J.M. y A. Alonso. 2010. Density and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in northern Peru and the impact of oil exploration activities. *Biological Conservation* 143:917-925.

Laurance, W.F., M. Goosem y S.G. Laurance. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 24(12):659-669.

Longcore, T. y C. Rich. 2004. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(4):191-198.

May, R., A. Landa, J. Van Dijk *et al*. 2006. Impact of infrastructure on habitat selection of wolverines Gulogulo. *Wildlife Biology* 12(3):285-295.

Naugle, D.E. (ed.). 2011. *Energy development and wildlife conservation in western North America*. Island Press.

Navas-Torres, D.A. y P.A. Rodríguez-Rincón. 2010. *Procesos para la obtención del petróleo y los impactos ambientales generados por actividades petroleras*. Monografía para optar por el título de especialista en ingeniería ambiental. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

Nellemann, C., I. Vistnes, P. Jordhøy y O. Strand. 2001. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological Conservation* 101:351-360.

Nellemann, C., I. Vistnes, P. Jordhøy *et al*. 2003. Progressive impact of piecemeal infrastructure development on wild reindeer. *Biological Conservation* 113(2):307-317.

O'Sullivan, M. 1999. Evaluación de impacto ambiental. En: *Ingeniería ambiental*. G. Kiely (ed.). McGraw-Hill, España, pp. 1117-1150.

Peterson, C.H. 2001. The "Exxon Valdez" oil spill in Alaska: acute, indirect and chronic effects on the ecosystem. *Advances in Marine Biology* 39:1-103.

Peterson, C.H., S.D. Rice, J.W. Short *et al*. 2003. Long-term ecosystem response to the "Exxon Valdez" oil spill. *Science* 302(5653):2082-2086.

Rozo, J.E. y J.J. Meneses. 2005. *Manejo ambiental para campos petroleros en los procesos de exploración, perforación y producción de hidrocarburos*. Tesis de licenciatura. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

Seiler, A. 2001. *Ecological effects of roads. A review*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Seiser, P.E., L.K. Duffy, A.D. McGuire *et al*. 2000. Comparison of pigeon guillemot, *Cepphus columba*, blood parameters from oiled and unoiled areas of Alaska eight years after the Exxon Valdez oil spill. *Marine Pollution Bulletin* 40(2):152-164.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sosa, S.B., R. Isaac-Márquez, A. Eastmond *et al*. 2010. Educación superior y cultura ambiental en el sureste de México. *Universidad y Ciencia* 26(1):33-49.

Suárez, E., M. Morales, R. Cueva *et al*. 2009. Oil industry, wild meat trade and roads: indirect effects of oil extraction activities in a protected area in north-eastern Ecuador. *Animal Conservation* 12:364-373.

Tudela, F. 1992. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco.Proyecto integrado del golfo*. El Colegio de México, México.

Vistnes, I., C. Nellemann, P. Jordhøy y O. Strand. 2004. Effects of infrastructure on migration and range use of wild reindeer. *Journal of Wildlife Management* 68(1):101-108.

Walker, D.A., P.J. Webber, E.F. Binnian *et al*. 1987. Cumulative impacts of oil fields on northern alaskan landscapes. *Science* 238(4828):757-761.

Weitzner, V. y M. Fonseca. 2000. Cahuita, Limón, Costa Rica: del conflicto a la colaboración. En: *Estudios de casos de conflictos socio ambientales. Serie Del conflicto a la colaboración No.2*. A. Aguilar, F. Paniagua y A. Garita (eds.). CEDARENA, Costa Rica, pp. 79-102.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Hidrocarburos aromáticos policíclicos en ostiones de los sistemas lagunares Carmen-Machona

Alfonso Vázquez Botello, Guadalupe Ponce Vélez y Susana Villanueva Fragoso

Introducción

El aumento de las actividades humanas dentro de las zonas costeras propicia los mayores cambios en sus ecosistemas y en la calidad de las aguas de los sistemas acuáticos. Estas modificaciones se relacionan directamente con el rápido crecimiento urbano, el cual altera los ciclos hidrológicos y de los nutrientes; además, el aporte de contaminantes a partir de fuentes terrestres propicia la destrucción de hábitats estuarinos y marinos, así como la pérdida de recursos pesqueros y de los valores recreativos y económicos de la zona costera (UNESCO 2003).

Las actividades humanas en las zonas costeras de Tabasco (específicamente en las lagunas de Carmen-Machona) y sus consecuencias ambientales se enmarcan dentro de las siguientes categorías: modificaciones y alteraciones físicas y aportes asociados de contaminantes, introducción de especies exóticas a los sistemas costeros, derrames de petróleo y rupturas de oleoductos, riesgos ambientales y a la salud pública, y sobrepesca con pérdidas de recursos marinos. Esta destrucción y alteración de los sistemas costeros no solamente vulnera y altera los ecosistemas, también genera costos económicos y sociales muy elevados.

Los invertebrados bentónicos filtradores, como los ostiones y mejillones, pueden servir como bioindicadores e integradores de los contaminantes orgánicos hidrofóbicos, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), ya que no cuentan con una actividad enzimática para metabolizarlos, o bien, cuando la presentan, es incipiente. Esto favorece que dichos organismos bioacumulen estas sustancias sin alterarlas (Wade *et al*. 1988), lo cual puede proveer información útil acerca del potencial de biomagnificación en la cadena de alimentación hacia los niveles tróficos superiores, tales como peces, aves y mamíferos (Pereira *et al*. 1999). Los ostiones que viven en ambientes contaminados por HAP absorben estos compuestos a través de la superficie corporal, de las branquias o por la ingesta de partículas contaminadas de sedimentos que toman como alimento. Debido a sus características fisiológicas y ecológicas, estos organismos bioacumulan diversas sustancias contaminantes en sus tejidos y se pueden transferir en la red trófica (Patrolecco *et al*. 2010). Por ello, es necesario realizar estudios para evaluar los niveles de contaminantes, teniendo en cuenta que los ostiones son comercialmente importantes para el consumo humano.

Metodología

Se analizaron ostiones del grupo de los moluscos bivalvos que pertenecen a la especie *Crassostrea virginica*, colectados manualmente de los bancos ostrícolas de las lagunas Carmen-Machona. En la primera laguna se tomaron tres muestras de los sitios La Isla (A y B), y de la estación 2, en Machona, se colectaron muestras en las estaciones 1 (con el duplicado de campo 1A) y 2, localizadas en el centro y suroeste de la laguna, respectivamente (figura 1).

Para la extracción, determinación y cuantificación de HAP en organismos marinos se utilizó la técnica propuesta por UNEP, FAO, IOC e IAEA (1993), la cual consiste en una extracción orgánica seguida por una saponificación, un cambio de fases y una limpieza del extracto de la que se obtienen hidrocarburos alifáticos y los 16 HAP prioritarios (USEPA 2009). Éstos fueron identificados y cuantificados mediante cromatografía de gases capilar con detector de ionización de flama

Botello, A.V., G. Ponce-Vélez y S. Villanueva F. 2019. Hidrocarburos aromáticos policíclicos en ostiones de los sistemas lagunares Carmen-Machona. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 100-104.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

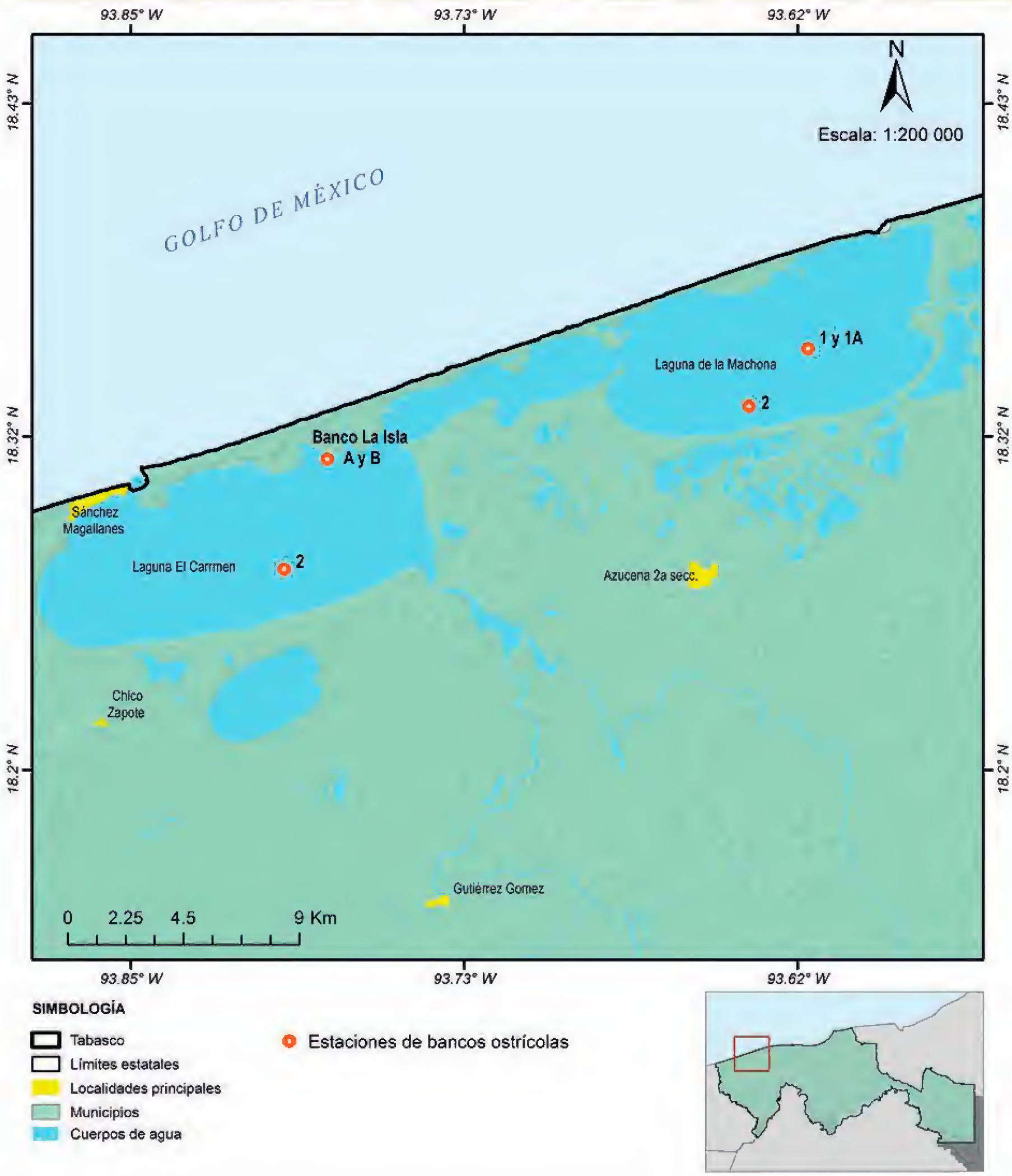


Figura 1. Localización de los bancos ostrícolas en el sistema lagunar Carmen-Machona (mayo de 2009). Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(FID) a través del método del estándar externo. Como control de calidad se incluyeron blancos de laboratorio, material de referencia (IAEA-142) y muestras fortificadas; el porcentaje de recuperación fluctuó entre 82 y 102%, y el límite de detección fue de 0.01 µg/g.

Resultados

En el cuadro 1 se presentan los resultados de los HAP en los ostiones analizados en el sistema lagunar Carmen-Machona de Tabasco, incluyendo el número de estaciones, su ubicación geográfica (latitud/longitud) y la fecha de colecta. Se observa que en la región de la laguna Carmen, el banco La Isla B (sección apartada de La Isla A) registró la mayor cantidad de hidrocarburos policiclícos con 2.4 µg/g, seguido por La Isla A y el sitio 2 con 1.96 y 1.39 µg/g, respectivamente. En la laguna Machona, la estación 1A tuvo la concentración total de HAP (∑HAP) más alta con 3.67 µg/g, seguida por el sitio 1 y 2 con 1.79 y 0.93 µg/g, en ese orden.

Los compuestos que dominan en los organismos bivalvos de ambos cuerpos lagunares de este ecosistema fueron benzo(b)fluoranteno y fluoranteno. El primero de ellos está clasificado en el grupo 2B de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer; esto significa que existe acción probada científicamente de carcinogénesis en animales y datos sobre acción probable de que ocurra en los seres humanos (IARC 2010). El segundo compuesto forma parte del grupo 3 de esta misma agencia, por lo que solamente se cuenta con evidencia sobre la posible carcinogénesis en animales.

Respecto a su toxicidad, existe más información sobre la toxicidad aguda de efectos subletales; por ejemplo, el fluoranteno cuenta con registros de efectos tóxicos agudos para diversas especies acuáticas, como los invertebrados *Hyalella azteca* y *Daphnia magna*, así como los vertebrados *Pimephales promelas* y *Rana pipiens*. El benzo(b)fluoranteno se lasocia con el grupo de HAP que pueden provocar desde irritación cutánea hasta daño renal, digestivo y pulmonar en humanos. Es importante mencionar que no se registraron benzo(a) pireno y dibenzo(ah)antraceno, que son hidrocarburos de alto riesgo ambiental por sus propiedades cancerígenas para animales y humanos (Boffetta *et al.* 1997, IARC 2010). También fueron detectados HAP ligeros, como acenaftileno y fluoreno, lo que evidencia aportes recientes de hidrocarburos de fuentes como combustión de fósiles tipo gasolina y diésel, así como de petróleo crudo que llegan a los bancos ostrícolas mediante el depósito atmosférico seco

Cuadro 1. Hidrocarburos aromáticos policíclicos en moluscos bivalvos (ostión) del sistema lagunar Carmen-Machona (mayo de 2009). Valores en µg/g peso seco.

No. Anillos Bencénicos	Compuesto	Laguna Carmen			Laguna Machona		
		18°16'13" N 93°52'25" O			18°21'13" N 93°34'52" O		
		Banco La Isla A	Banco La Isla B	2	1	1A	2
2	Naftaleno	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	Acenaftileno	0.04	ND	ND	ND	ND	0.02
2	Acenafteno	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	Fluoreno	0.04	0.04	ND	ND	0.07	ND
3	Fenantreno	ND	0.10	ND	ND	0.05	ND
3	Antraceno	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	Fluoranteno	0.09	0.14	0.24	0.30	0.68	0.26
4	Pireno	0.06	0.04	0.09	0.08	0.23	0.08
4	Benzo(a)antraceno*	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	Criseno*	0.04	ND	0.07	0.30	0.27	0.06
4	Benzo(b)fluoranteno*	1.69	2.08	0.89	1.11	2.37	0.51
4	Benzo(k)fluoranteno*	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	Benzo(a)pireno*	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	Indeno(123-cd)pireno*	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	Dibenzo(ah)antraceno*	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	Benzo(ghi)perileno	ND	ND	0.10	ND	ND	ND
Concentración de HAP cancerígenos		**1.73**	**2.08**	**0.96**	**1.41**	**2.64**	**0.57**
Concentración total (∑HAP)		**1.96**	**2.4**	**1.39**	**1.79**	**3.67**	**0.93**

* HAP cancerígeno conforme a la IARC (2010). ND: No determinado (valores < 0.01 µg/g). Concentración promedio de HAP = Laguna Carmen 1.92±0.29 µg/g; Laguna Machona 2.13±0.81 µg/g. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y húmedo, por las corrientes del sistema lagunar y su comunicación con el mar, y por escurrimientos continentales. El registro de hidrocarburos de mayor peso como el benzo(b)fluoranteno refleja la contribución de la quema de material vegetal (donde se producen este tipo de compuestos); posteriormente, estos hidrocarburos se trasladan a las lagunas mediante el transporte atmosférico y son almacenados por los ostiones al filtrar el agua circundante para su proceso respiratorio o al consumir alimento (figura 2).

En los estudios en los que se evalúa la presencia de HAP en ecosistemas costeros es posible calcular el origen de los hidrocarburos para tener un inventario de las fuentes y evitar que continúen las descargas hacia los ecosistemas para eliminar o disminuir el riesgo ecológico y de salud humana que conlleva (Soclo *et al.* 2000, Yunker *et al.* 2002).

El origen de los HAP encontrados en los tejidos de los ostiones evaluados es de tipo mixto; es decir, producto de la combustión incompleta de fósiles y de materia prima vegetal; los últimos son llamados *pirolíticos*, mientras que los provenientes de petróleo crudo –tanto de filtraciones naturales como de derrames de este energético– conforman los conocidos como *petrogénicos* (Arias *et al.* 2010). En este estudio se observó una tendencia o dominio de los pirolíticos, principalmente en la laguna Carmen, ya que en los ostiones de los bancos ubicados en ella se presentaron HAP de más peso molecular como el benzo(ghi) perileno de tipo pirolítico, mientras que en Machona no fue detectado (<0.01 µg/g). En contraste, fue Machona la que mostró más cantidad de petrogénicos debido a que el grupo de HAP constituidos por tres anillos aromáticos, como el fluoranteno, tuvo un promedio de 0.14±0.08 µg/g contra 0.06±0.03 µg/g de la laguna Carmen (figura 3).

Los HAP de alto riesgo ambiental considerados como cancerígenos registraron una baja detección en los tejidos de los ostiones evaluados. Solamente criseno y benzo(b)fluoranteno fueron los compuestos con potencial carcinogénico detectados, y este último el que presentó la concentración más alta con 2.37 µg/g en la estación 1A de la laguna Machona, seguido por el banco La Isla B de la laguna Carmen con 2.08 µg/g (cuadro 1). Ambos compuestos son de tipo pirolítico y pueden estar llegando al ecosistema y a los organismos bivalvos en forma particulada, vía transporte atmosférico.

Conclusión y recomendaciones

Los HAP presentes en los ostiones del sistema lagunar Carmen-Machona tuvieron niveles similares entre las localidades evaluadas. Las concentraciones registradas en estos bivalvos pueden considerarse bajas al compararlas con datos obtenidos en otros estudios del mismo ecosistema. Su origen mixto, con mayoría pirolítica, manifiesta la influencia de las prácticas agrícolas ancestrales sobre los ecosistemas costeros, así como la presencia de residuos de combustibles fósiles que provienen de combustiones incompletas de embarcaciones de bajo calado y, en menor medida, de derrames de petróleo puntuales. El registro de

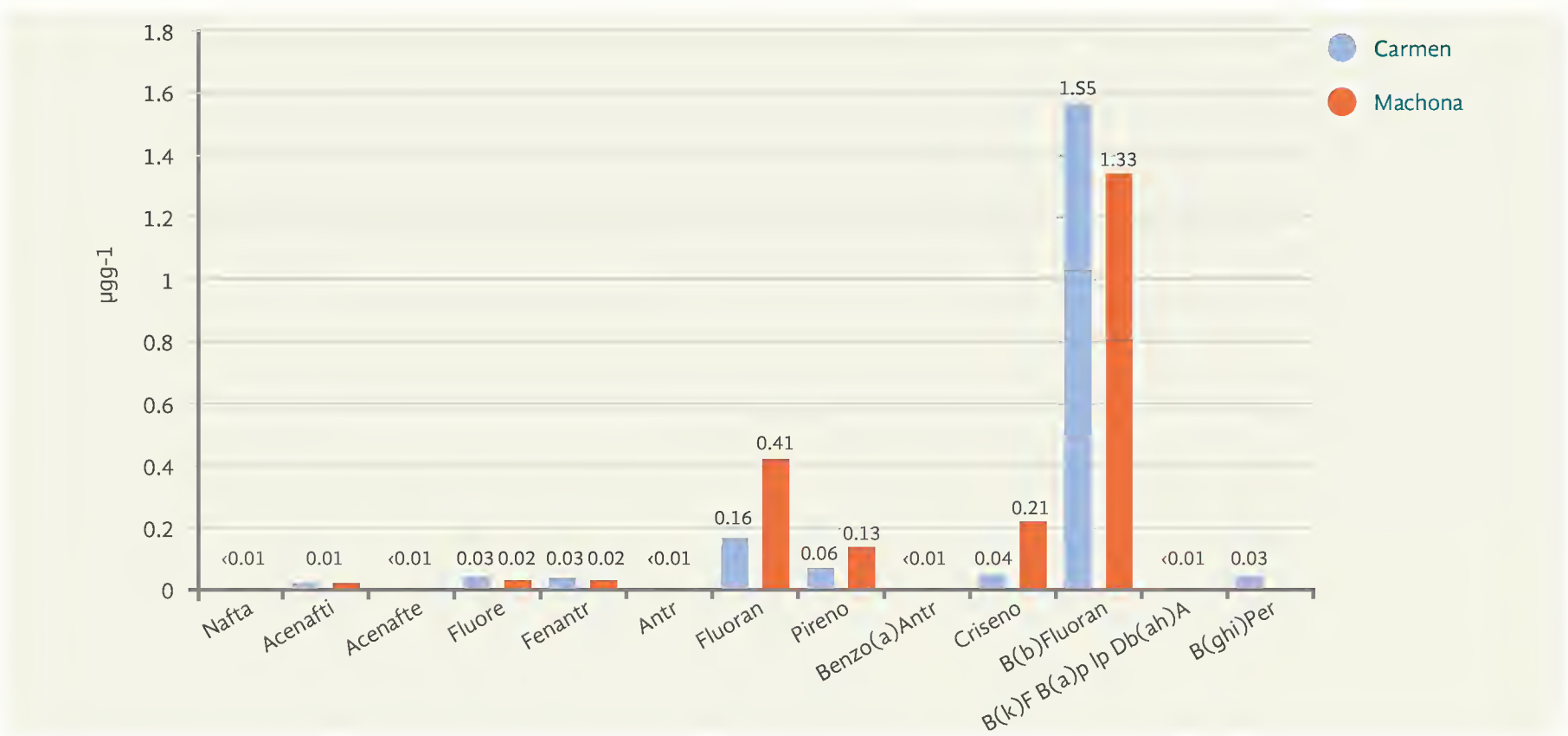


Figura 2. Concentración promedio de los HAP en ostiones, según su laguna de origen. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

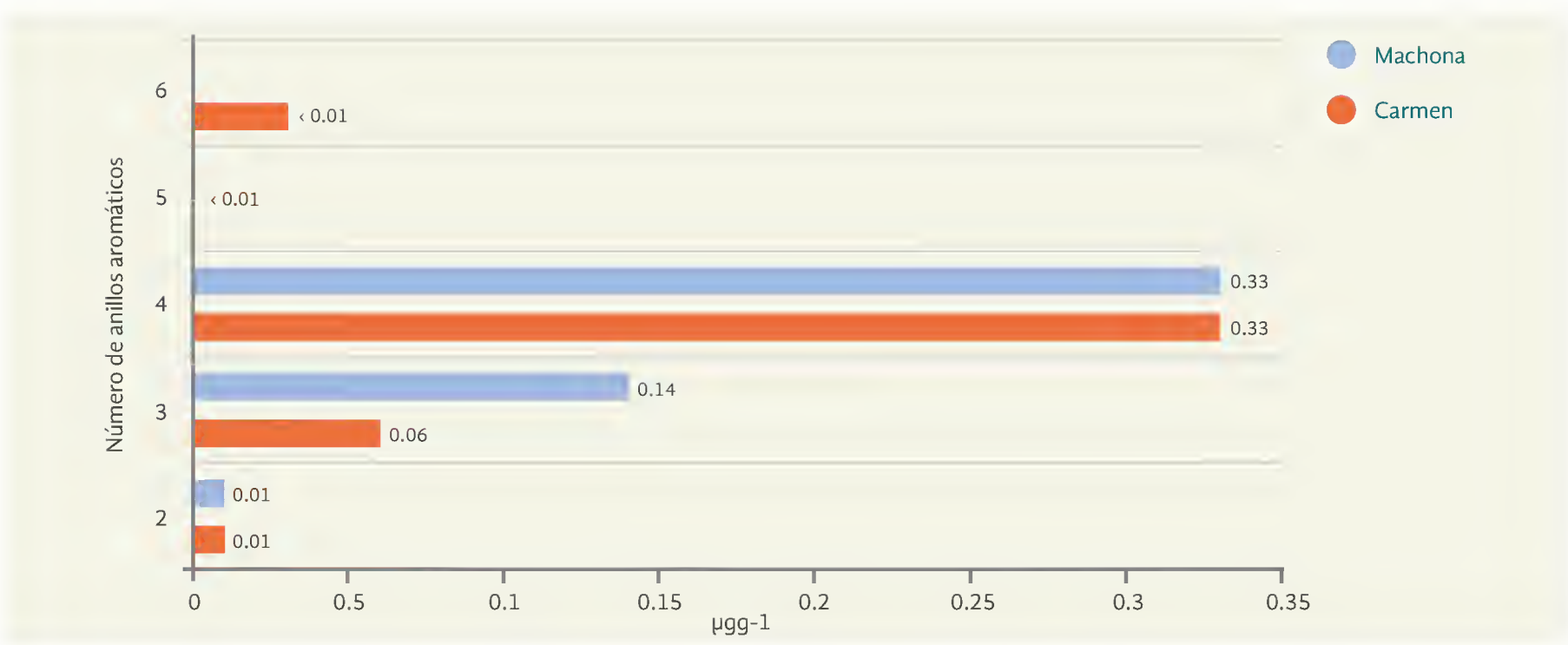


Figura 3. Concentración promedio de HAP en ostiones, en función de la cantidad de anillos aromáticos. Fuente: elaboración propia.

HAP potencialmente cancerígenos fue bajo tanto en compuestos como en niveles, por lo que es mínimo el riesgo por el consumo de estos organismos.

A pesar de esto, es necesario continuar con el monitoreo de bioindicadores de contaminación costera, particularmente de contaminantes orgánicos como los HAP, debido a su persistencia ambiental y al riesgo ecológico y de salud humana que poseen. La presencia de HAP cancerígenos aporta información de la necesidad de mantener la vigilancia sobre las especies destinadas al consumo humano debido a la biomagnificación de estos y otros contaminantes, así como al impacto derivado de este proceso tanto a los ecosistemas como a las personas.

Referencias

Arias, H.A., A. Vázquez-Botello, N. Tombesi *et al*. 2010. Presence, distribution, and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Bahía Blanca estuary, Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 160:301-314.

Boffetta, P., N. Jourenkova y P. Gustavsson. 1997. Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Causes and Control* 8:444-472.

IARC. International Agency for Research on Cancer. 2010. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans and their supplements: a complete list. December 2010.

Patrolecco, L., N. Ademollo, S. Capri *et al*. 2010. Ocurrence of priority hazardous PAHs in water, suspended particulate matter, sediment and common eels (*Anguilla anguilla*) in the urban stretch of the River Tiber (Italy). *Chemosphere* 81:1386-1392.

Pereira, W.E., F.D. Hostettler, S.N. Luoma *et al*. 1999. Sedimentary record of anthropogenic and biogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in San Francisco Bay, California. *Marine Chemistry* 64:99-113.

Soclo, H.H., P.H. Garrigues y M. Ewald. 2000. Origin of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coastal marine sediments: case studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) areas. *Marine Pollution Bulletin* 40(5):387-396.

UNEP, FAO, IOC e IAEA. United Nations Environment Programme, Food and Agriculture Organization, Intergovernmental Oceanographic Commision e International Atomic Energy Agency. 1993. Guidelines for monitoring chemical contaminants in the sea using marine organisms. Reference method for marine pollution studies No. 6. UNEP, Viena.

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2003. A reference guide on the use of indicators for integrated coastal management-ICAM Dossier 1, IOC manuals and guides N° 45. UNESCO, Francia.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. 2009. Ecological toxicity information. En: ‹*www.epa.gov/region5superfund/ecology/html/toxprofiles.htm*›, última consulta: 27 de noviembre de 2009.

Wade, T.L., E.L. Atlas, J.M. Brooks *et al*. 1988. NOAA Gulf of Mexico status and trends program: trace organic contaminant distribution in sediments and oysters. *Estuaries* 11:171-179.

Yunker, B.M., W.R. Macdonald, R. Vingarzan *et al*. 2002. PAHs in the fraser river basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Organic Geochemistry* 33:489-515.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Especies exóticas invasoras

Hugo López Rosas, Carlos Manuel Burelo Ramos, Ena Edith Mata Zayas, Judith Andrea Rangel Mendoza y Helen Barragán Cupido

Introducción

La introducción de especies en sitios fuera de su ámbito natural puede generar graves problemas de conservación. Estas especies, también llamadas exóticas, son de especial interés tanto para biólogos de la conservación, como para tomadores de decisiones, porque algunas son capaces de establecerse y reproducirse en un nuevo ambiente, e inclusive propagarse fuera de éste. Esta situación puede generar invasiones biológicas que, en las últimas décadas, se han convertido en la segunda causa de pérdida de biodiversidad, después de la destrucción o fragmentación de hábitats (Naranjo *et al.* 2009, Vié *et al.* 2009). Los efectos de las especies invasoras en los ecosistemas y poblaciones biológicas de Tabasco han sido documentados de manera incipiente, lo que dificulta calcular su impacto ecológico y económico. En la entidad hay especies exóticas que están consideradas dentro de las 100 invasoras más dañinas del mundo; por ejemplo, el lirio acuático o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), el carrizo (*Arundo donax)*, la tilapia (*Oreochromis mossambicus)* o la tortuga pinta o japonesa (*Trachemys scripta elegans*; Lowe *et al.* 2004), así como otras especies problemáticas, como la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*; Rangel-Ruiz *et al.* 2011) y el loricárido *(Pterygoplichthys pardalis*), también llamado pez diablo o plecos (Barba 2010).

En este capítulo se abordan las generalidades y se mencionan algunos ejemplos de especies exóticas invasoras; en los estudios de caso que acompañan a este capítulo se abordan con más detalle las especies de plantas, moluscos, peces y vertebrados terrestres exóticos documentados para el estado.

Las invasiones biológicas

Las invasiones biológicas son resultado de la introducción y el establecimiento o naturalización de especies exóticas (plantas, animales, microorganismos y propágulos). Introducción es el arribo, accidental o intencional, de un organismo vivo a un sitio fuera de su área de distribución original, como consecuencia de las actividades humanas (CONABIO 2010). Se da la naturalización cuando estas especies superan las barreras de los elementos ambientales en el nuevo espacio, y sobreviven y se reproducen continuamente (Richardson *et al.* 2000). Finalmente, se considera invasión al hecho de que las especies introducidas y naturalizadas produzcan descendencia fértil (de fácil propagación) que logra desplazar a las especies nativas en zonas distantes de los sitios donde ocurrió originalmente la introducción (figura 1; Heger y Trepl 2003, Richardson et al. 2000).

El término *exótica* se refiere a las especies introducidas en un área que no corresponde a su distribución natural (ver glosario). Una especie invasora se define como una especie exótica capaz de sobrevivir, establecerse y reproducirse fuera de su hábitat original, que compite con las especies locales y logra desplazarlas o, en otros casos, son antagonistas negativos (como parásitos, depredadores, vectores de enfermedades) de las especies locales. Frecuentemente se vuelven organismos naturalizados; es decir, son capaces de mantener sus poblaciones, ocupan hábitats perturbados y pueden desplazar poblaciones de especies enteras al expandir su ámbito causando daños considerables a la biodiversidad, producción agrícola y salud pública (ISSG 2005, CONABIO 2010).

López Rosas, H., C.M. Burelo-Ramos, E.E. Mata-Zayas, J.A. Rangel-Mendoza y H. Barragán-Cupido. 2019. Especies exóticas invasoras. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 105-109.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

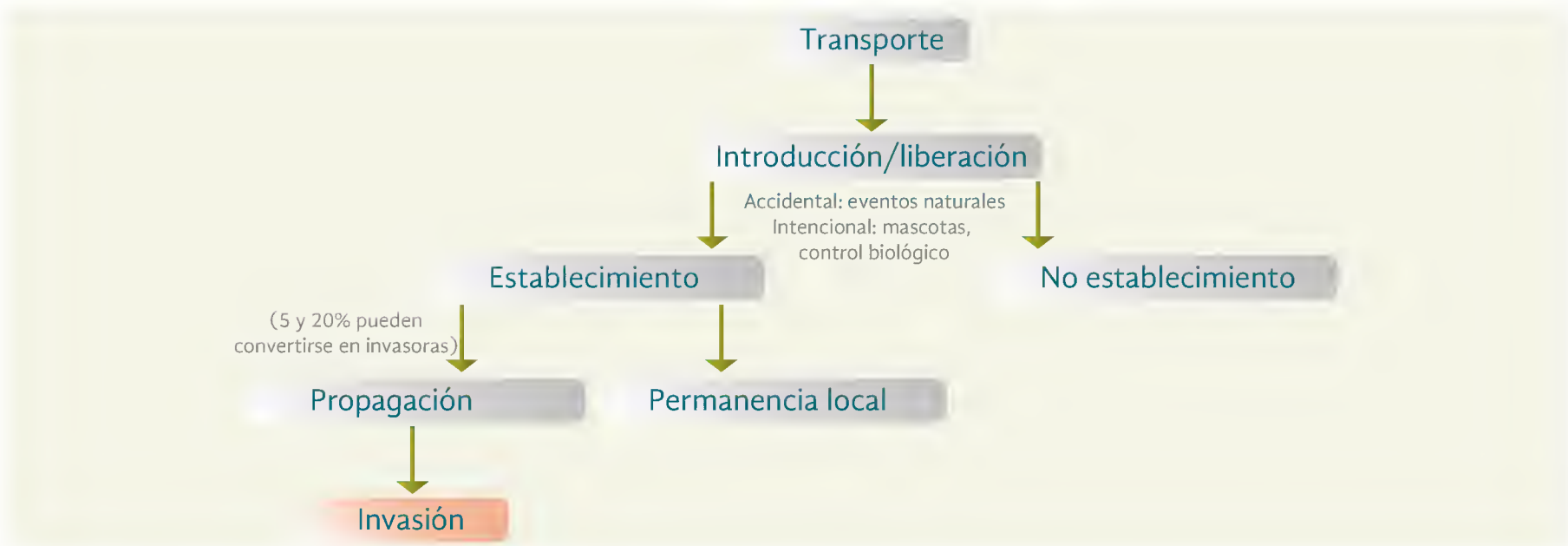


Figura 1. Etapas de invasión biológica. Fuente: modificado de Lockwood *et al*. 2005.

Las invasiones biológicas pueden derivarse de factores naturales o antropogénicos. No todas las especies introducidas se vuelven invasoras; solo una pequeña proporción consigue adaptarse al nuevo ámbito, la mayoría sólo sobrevive y se reproduce en condiciones de manejo antrópico (Richardson *et al*. 2000).

Los factores naturales que pueden provocar una invasión biológica son de dinámica muy lenta; por ejemplo, la unión de grandes masas de tierra por el movimiento de placas tectónicas (Myers 1966). Los factores antropogénicos son más rápidos y se derivan principalmente de actividades agrícolas, ganaderas y comerciales; o bien, por la construcción de obras que rompen barreras físicas, como la apertura del canal de Panamá (Smith *et al*. 2004). Aunque podría pensarse que la intrusión de especies exóticas incrementa potencialmente la riqueza de especies porque se añaden a la biodiversidad nativa (Huston 1994), en la historia de la Tierra las invasiones biológicas han provocado más extinciones de especies que otros factores como el cambio climático global causado por el ser humano o la modificación en la composición de la atmósfera de un ambiente libre de oxígeno a uno rico en oxígeno (D'Antonio y Vitousek 1992).

Introducción de especies invasoras

Existe poca información acerca de la situación actual de las invasiones biológicas en el estado; sin embargo, es posible mencionar que las especies exóticas han ingresado a través de diversos procesos, como son:

- Transporte no intencional mediante cargas, equipaje, vehículos y agua de lastre de los barcos, entre otros. Este es el caso de ratas (*Rattus* spp.), el ratón casero (*Mus musculus*) y el gecko (*Hemidactylus turcicus*; Álvarez-Romero *et al*. 2008, Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010).
- Transporte intencional asociado con el comercio de mascotas, procesos de producción, venta, exhibición, crianza, cacería, entre otros. De esta forma han llegado muchos animales de compañía, como perros y gatos domésticos que se vuelven ferales, así como especies de interés pecuario (Álvarez-Romero *et al*. 2008) y de manera particular por la acuariofilia.
- Liberación accidental, debido a fugas, temblores o eventos climáticos extremos (huracanes e inundaciones); por ejemplo, la inundación de 1999 en Villahermosa afectó la unidad de manejo de cocodrilos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y facilitó que algunos de estos ejemplares se fugaran de las instalaciones; otro ejemplo es el pez diablo que se propagó gracias a las inundaciones de 2007.
- Liberación intencional de mascotas no deseadas. Éste es el caso de algunos peces o reptiles exóticos, como el plecos o pez diablo, o la tortuga "japonesa" que, luego de mantenerse en peceras o acuaterrarios, alcanzan grandes tallas, lo que dificulta su manejo y mantenimiento. Algunas personas liberan a estos animales en terrenos o cuerpos de agua. En algunos casos el mantenimiento de estas mascotas también incluye la introducción de plantas acuáticas ornamentales que, al ser liberadas a los cuerpos de agua, se pueden volver invasoras, como el lirio acuático *Eichhornia crassipes* y plantas de los géneros *Elodea*, *Egeria* o *Hydrilla*.
- Control biológico de otras especies.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Éxito de las especies invasoras

El éxito de estas especies se ha tratado de explicar mediante diversas hipótesis, una es la de *liberación de enemigos* (Zedler y Kercher 2004), la cual sugiere que una especie invasora es exitosa en regiones lejanas de donde es originaria porque queda liberada de especies parásitas, competidoras, herbívoras o depredadores. Al ser introducidas a ciertos ambientes desarrollan un comportamiento diferente del que tenían en su región de origen, ya que carecen de los organismos o factores ambientales (humedad, temperatura, etc.) que regulan su presencia y abundancia. Las especies invasoras responden a las nuevas condiciones con crecimiento descontrolado de las poblaciones y conductas agresivas no mostradas en su región de origen (CONABIO 2010, Rejmanek 2011).

Existen factores del ambiente que permiten que algunos ecosistemas alberguen más especies invasoras que otros, como: 1) la baja diversidad de la comunidad invadida, 2) las características propias de la flora y fauna local que interactúa con las exóticas, y 3) el grado de perturbación, los ambientes perturbados son más proclives a albergar especies exóticas que los estables y bien conservados (Sousa 1984, Fox y Fox 1986, Crawley 1987, Rejmánek 1989).

Las características propias de las especies que pueden explicar su abundancia, extensión geográfica y capacidad de invasión son: tolerancia a amplios rangos climáticos, extensa distribución, altas tasas reproductivas, tiempos cortos de maduración, flexibilidad y plasticidad fenotípica, mecanismos eficaces de dispersión, resistencia a condiciones extremas, y reproducción con las especies nativas, produciendo híbridos exitosos (Baker 1974, Rejmánek 2011). Por sí solos estos factores no explican el éxito de una invasión, sino que están mutuamente relacionados; además, existe otro factor que favorece la invasión: el económico, el cual facilita el movimiento de especies (Taylor e Irwin 2004, Thuiller *et al.* 2005).

Impacto

Las especies exóticas tienen diversos impactos a escala poblacional, de comunidad o ecosistema. Como ya se mencionó, las especies exóticas pueden ser un nuevo elemento para la comunidad y tiene efectos nulos o marginales sobre las nativas, pero también puede ocurrir que la especie exótica afecte negativamente solo a una especie de la comunidad nativa (por ejemplo un parásito o depredador especialista); o bien, la especie exótica puede convertirse en una invasora agresiva que cause directa o indirectamente la pérdida de biodiversidad de la comunidad nativa (Gurevitch y Padilla 2004). Este amplio margen de impacto de las especies exóticas dificulta evaluar si una especie de reciente ingreso será un nuevo miembro de la comunidad sin efectos negativos, o si será una verdadera amenaza para la biodiversidad y las funciones ecosistémicas.

Cuando la introducción de una especie exótica ocupa el mismo nicho ecológico que una nativa ocasiona que una de las dos pueda interferir con la otra. Normalmente estas interferencias entre especies se derivan de la competencia por el alimento u otros recursos, así como por la depredación directa o transferencia de patógenos. El resultado puede ser el desplazamiento de una de éstas, lo que conlleva a la pérdida de biodiversidad. De tal manera que los posibles impactos son los siguientes:

- Desplazamiento de especies nativas por competencia. La competencia puede darse por alimento o espacio para apareamiento, anidación, asoleo, entre otros. Esta situación es particularmente crítica en especies nativas con distribución restringida, pues la amenaza de desaparición es mucho más seria (Álvarez-Romero *et al.* 2008).
- Introducción de enfermedades y patógenos. Las especies introducidas traen consigo patógenos, ante los cuales han desarrollado estrategias fisiológicas de control en el transcurso de su evolución; sin embargo, las especies nativas pueden contagiarse de esos patógenos exóticos, ya que su sistema inmune no ha desarrollado defensas específicas para los nuevos patógenos (Monsalve *et al.* 2009).
- Alteración de la dinámica de la comunidad local. La introducción de nuevas especies puede interferir en las interacciones establecidas entre las especies nativas de una comunidad; por ejemplo, la llegada de un nuevo depredador puede reducir considerablemente el tamaño poblacional de una presa nativa (Castro-Díez *et al.* 2004).
- Pérdidas económicas en cultivos y crianza de animales. Algunas poblaciones de especies invasoras pueden tener una condición de plaga que afecte a sistemas de producción agrícola y pecuaria, inclusive a la salud humana, lo cual hace

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

necesaria inversiones financieras para su control y erradicación (Monge 2007).

Conclusión y recomendaciones

Las invasiones biológicas son perturbaciones derivadas de la introducción y naturalización de especies ajenas a la comunidad nativa. No todas las especies exóticas o introducidas logran establecerse en el nuevo ambiente; de las pocas que lo hacen, sólo algunas logran reproducirse (se calcula que entre 5 y 20%; Lockwood *et al.* 2005). Las especies exóticas que logran reproducirse (naturalizadas) pueden ser un miembro más de la comunidad nativa sin efectos negativos considerables; sin embargo, una cantidad importante de estas especies logra establecerse, naturalizarse y competir con éxito ante especies nativas, lo que provoca extinciones locales o regionales, o genera cambios importantes en las características del ambiente invadido (p.e. alteración del régimen de disturbios, y redes tróficas, así como de las características físicas y químicas de suelo y agua). Esto genera pérdidas económicas en cultivos acuáticos o terrestres, entre otros efectos negativos.

Dado que no es fácil saber si una especie de nueva introducción es una amenaza para la biodiversidad nativa, es de crucial importancia tomar las debidas precauciones sobre las nuevas especies. Se recomienda verificar si ha causado problemas en otras regiones del planeta, si es de fácil propagación (de forma sexual o asexual), si tiene características similares a las de alguna invasora de reconocida peligrosidad, o si no se conoce a fondo la biología de esa especie. Para todos estos casos, la mejor recomendación es evitar a la introducción de la especie.

Para especies de reciente introducción se recomienda mantener la vigilancia y conocer a fondo su biología, sobre todo identificar si pueden reproducirse sin la intervención humana, si es alta su producción de semillas o tasa de reproducción, si utilizan recursos (agua, luz, nutrientes) de forma más eficiente que las nativas, o si son tolerantes a los disturbios (sequía, inundación, incendios, herbívoros, etc.). En estos casos es recomendable iniciar prácticas de manejo con fines de erradicación antes de que se conviertan en un problema grave. En este punto se hace un llamado de atención a los nuevos productos "milagro" del mercado que involucran, por ejemplo, la producción de plantas exóticas de fácil propagación, como el noni (*Morinda citrifolia*), mangostán (*Garcinia mangostana*) y neem (*Azadirachta indica*), o la generación de biocombustibles a partir de especies de rápida propagación o de alta producción de biomasa.

Cuando se presenta una especie invasora, es necesario conocer a fondo cómo fue el proceso, identificar sus características biológicas y, por medio de la investigación científica, entender las características que permitieron el establecimiento de la misma. Éste debe ser el marco de referencia para generar estrategias de manejo y lograr una erradicación exitosa. Es importante tener en cuenta que muchas veces la invasión biológica es una consecuencia más que una causa. A veces la causa es un cambio en la temperatura, en el nivel del agua, en el patrón de disturbios o en las concentraciones de nutrientes que facilitaron a la especie exótica volverse invasora. Cada caso de invasión debe tratarse como un caso particular y mientras más se conozcan los elementos que permitieron que ocurriera la invasión, más fácil y barato será resolver el problema. A toda costa debe evitarse tomar medidas precipitadas, ya que sólo agravarán el problema y tendrán un alto costo económico para la sociedad y el ecosistema.

En Tabasco, los estudios acerca de especies exóticas son escasos y se enfocan principalmente en peces y algunas plantas; sin embargo, es importante elaborar un inventario y diagnóstico de las especies invasoras o potencialmente invasoras para establecer un programa de control y vigilancia. Esto, alineado a la Estrategia Nacional de Especies Invasoras en México (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010), permitirá evaluar los riesgos ecológicos y genéticos que representan, además de involucrar a todos los sectores interesados en el desarrollo de estrategias para combatirlas, controlarlas o erradicarlas. Es necesario incorporar en el inventario información acerca de otros grupos, además de los mencionados aquí, como el caso de los insectos (Pérez-De la Cruz *et al.* 2009, 2011).

Referencias

Álvarez-Romero, J., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita *et al.* 2008. *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. CONABIO/Instituto de Ecología-UNAM/SEMARNAT, México.

Baker, H.G. 1974. The evolution of weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:1-24.

Barba, E. 2010. Situación actual de los recursos acuáticos en Tabasco: impacto económico y social de los plecos (Loricáridos). En: *Estrategia nacional sobre especies invasoras*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

en México. Prevención, control y erradicación. CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México, p. 58.

Castro-Díez, P., F. Valladares y A. Alonso. 2004. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas* 13(3):61-68.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México. Prevención, control y erradicación*. CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. Sistema de información sobre especies invasoras en México. CONABIO. En: ‹*http://www.conabio.gob.mx/invasoras*›, última consulta: 11 de enero de 2011.

Crawley, M.J. 1987. What makes a community invasible? En: *Colonization, succession and stabiliy*. A.J. Gray, M.J. Crawley y P.J. Edwards (eds.). Blackwell Scientific Publications, Londres, pp. 429-453.

D´Antonio, C.M. y P.M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:63-87.

Fox, M.D. y B.J. Fox. 1986. The susceptibility of natural communities to invasions. En: *Ecology of biological invasions*. R.H. Groves y J.J. Burdon (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 57-66.

Gurevitch, J. y D.K. Padilla. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology and Evolution* 19:470-474.

Heger, T. y L. Trepl. 2003. Predicting biological invasions. *Biological Invasions* 5:313-321.

Huston, M.A. 1994. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.

ISSG. Invasive Specialist Species Group. 2005. Latest news. En: ‹*http://www.issg.org/*›, última consulta: 10 de enero de 2011.

Lockwood, J.L., P. Cassey y T. Blackburn. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 20(5):223-228.

Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. De Poorter. 2004. 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. GEEI/UICN.

Monge, J. 2007. ¿Qué son las plagas vertebradas? *Agronomía Costarricense* 31(2):111-121.

Monsalve, S., S. Mattar y M González. 2009. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Revista MVZ Córdoba* 14(2):1762-1773.

Myers, G.S. 1966. Derivation of the freshwater fish fauna of Central America. *Copeia* 4:766-773.

Naranjo, E.J., R. Dirzo, J.C. López-Acosta *et al*. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: *Capital natural de México, Vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO. México, pp. 247-276.

Pérez-De La Cruz, M., A. Equihua-Martínez, J. Romero-Nápoles *et al*. 2009. Diversidad, fluctuación poblacional y plantas huésped de escolitinos (Coleoptera: Curculionidae) asociados con el agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:779-791.

Pérez-De La Cruz, M., C.J.M. Valdéz, N.J. Romero *et al*. 2011. Fluctuación poblacional, plantas huéspedes, distribución y clave para la identificación de Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 27:129-143.

Rangel-Ruiz, L.J., J. Gamboa-Aguilar, M. García-Morales y O.M. Ortiz-Lezama. 2011. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 27(1):103-114.

Rejmánek, M. 1989. Invasibility of plant communities. En: *Biological Invasions. A global perspective*. J.A. Drake, H.A. Mooney, F. di Castri *et al*. (eds.). John Wiley and Sons, Nueva York, pp. 369-388.

——. 2011. Invasiveness. En: *Encyclopedia of biological invasions*. D. Simberloff y M. Rejmánek (eds.). University of California Press, California, pp. 379-385.

Richardson, D.M., P. Pysek, M. Rejmánek *et al*. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6:93-107.

Sousa, W.P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15:353-391.

Smith, S.A., G. Bell y E. Bermingham. 2004. Cross-Cordillera exchange mediated by the Panama Canal increased the species richness of local freshwater fish assemblages. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271:1889-1896.

Taylor, B.W. y R.E. Irwin. 2004. Linking economic activities to the distribution of exotic plants. *Proceedings of the National Academy of Science* 101:17725-17730.

Thuiller W., D.M. Richardson, P. Pyšek *et al*. 2005. Niche-based modelling as a tool for predicting the risk of alien plant invasions at a global scale. *Global Change Biology* 11: 2234-2250.

Vié, J.C., C. Hilton-Taylor y S.N. Stuart. 2009. *Wildlife in a changing world - an analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species*. IUCN, Suiza.

Zedler, J.B. y S. Kercher. 2004. Causes and consequences of invasive plants in wetlands: opportunities, opportunists, and outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 13:431-452.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Plantas invasoras

Carlos Manuel Burelo Ramos, Helen Barragán Cupido y Ena Edith Mata Zayas

En Tabasco, como en prácticamente todo el país, existe una larga lista de plantas introducidas para uso comestible, medicinal, ornamental y como forraje; sin embargo, es poco lo que se conoce acerca de las especies de plantas introducidas consideradas invasoras y el efecto que tienen sobre las poblaciones locales. Después de hacer una revisión bibliográfica, se encontró que no se dispone de un listado de especies vegetales invasoras en la entidad, por lo que este documento constituye el primer intento de relacionar las plantas dentro de dicha categoría. Para elaborar esta lista se consultó el Sistema de Información sobre Especies Invasoras en México (CONABIO 2011), que presenta las listas de especies invasoras reportadas -incluso las potenciales- para el país y que, se estima, tendrán consecuencias serias en la biodiversidad. Asimismo se revisaron los listados de flora del estado (Novelo *et al.* 2005, Novelo y Ramos 2005, Pérez *et al.* 2005, Novelo 2008) y se consultó a especialistas en la región (Guadarrama-Olivera y Magaña-Alejandro com. pers.). Los datos fueron complementados con información de los registros de plantas invasoras para la entidad del Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad (SNIB; CONABIO 2011).

De acuerdo con la información consultada, en la entidad están presentes 89 especies de plantas invasoras que pertenecen a 22 familias (cuadro 1); las más abundantes son las gramíneas (Poaceae) con 38 especies, las leguminosas (Fabaceae) con 13 y las compuestas (Asteraceae) con 11. Estas tres familias representan 69.66% del total de especies.

En la entidad existe una cantidad considerable de especies invasoras, tanto terrestres como acuáticas que pueden estar ocasionando un efecto negativo en el ambiente. Esta lista es una aproximación modesta al conocimiento de las especies invasoras, por lo que es necesaria su revisión y actualización continua. El

Cuadro 1. Listado de especies invasoras no nativas distribuidas en el estado.

Familia	Género	Especie	Autor específico
Araceae			
	Pistia	*stratiotes*	L.
Asteraceae			
	Aster	*subulatus*	Michx.
	Bidens	*pilosa*	L.
	Chrysanthemum	*coronarium*	L.
	Conyza	*canadensis*	(L.) Cronquist
	Cyanthillium	*cinereum*	(L.) H. Rob.
	Emilia	*fosbergii*	Nicolson
	Emilia	*sonchifolia*	(L.) DC.
	Pectis	*prostrata*	Cav.
	Sonchus	*oleraceus*	L.
	Symphyotrichum	*subulatum*	(Michx.) G.L. Nesom
	Vernonia	*cinerea*	(L.) Less.
Cactaceae			
	Opuntia	*phaeacantha*	Engelm.
Caprifoliaceae			
	Sambucus	*mexicana*	C. Presl ex DC.
Casuarinaceae			
	Casuarina	*equisetifolia*	L.
Cucurbitaceae			
	Cucumis	*dipsaceus*	(L.) Less.
	Momordica	*charantia*	L.
Cyperaceae			
	Cyperus	*rotundus*	L.
	Torulinium	*macrocephalum*	(Liebm.) C.B. Clarke
	Torulinium	*odoratum*	(L.) S.S. Hooper
Equisetaceae			
	Equisetum	*hyemale*	L.
Euphorbiaceae			
	Euphorbia	*heterophylla*	L.
	Euphorbia	*hirta*	L.
	Euphorbia	*hyssopifolia*	L.
	Ricinus	*communis*	L.
Fabaceae			
	Albizia	*lebbeck*	(L.) Benth.
	Alysicarpus	*vaginalis*	(L.) DC.

Burelo-Ramos, C.M., H. Barragán-Cupido y E.E. Mata-Zayas. 2019. Plantas invasoras. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 110-112.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Género	Especie	Autor específico
	Bauhinia	*variegata*	L.
	Cajanus	*cajan*	(L.) Huth
	Cassia	*fistula*	L.
	Cassia	*javanica*	L.
	Cassia	*siamea*	Lam
	Crotalaria	*retusa*	L.
	Senna	*multijuga*	(Rich.) H.S. Irwin & Barneby
	Senna	*pallida*	(Vahl) H.S. Irwin & Barneby
	Senna	*siamea*	(Lam.) H.S. Irwin & Barneby
	Sesbania	*macrocarpa*	Muhl. ex Raf.
	Vigna	*unguiculata*	(L.) Walp.
Malvaceae			
	Anoda	*cristata*	(L.) Schltdl.
Molluginaceae			
	Mollugo	*verticillata*	L.
Nyctaginaceae			
	Boerhavia	*erecta*	L.
Orchidaceae			
	Oeceoclades	*maculata*	(Lindl.) Lindl.
Onagraceae			
	Ludwigia	*palustris*	(L.) Elliott
Papaveraceae			
	Argemon	*mexicana*	L.
Plantaginaceae			
	Plantago	*major*	L.
Poaceae			
	Agrostis	*stolonifera*	L.
	Cenchrus	*incertus*	M. A. Curtis
	Chloris	*inflata*	Link
	Chloris	*virgata*	Sw.
	Coix	*lacryma-jobi*	L.
	Cynodon	*dactylon*	(L.) Pers.
	Cynodon	*nlemfuensis*	Vanderyst
	Cynodon	*plectostachyus*	(K. Schum.) Pilg.
	Dactyloctenium	*aegyptium*	(L.) Willd.
	Digitaria	*bicornis*	(Lam.) Roem. & Schult.
	Digitaria	*ciliaris*	(Retz.) Koeler.
	Digitaria	*pentzii*	Stent
	Digitaria	*sanguinalis*	(L.) Scop.
	Digitaria	*smutsii*	Stent
	Digitaria	*valida*	Stent
	Echinochloa	*colona*	(L.) Link
	Echinochloa	*crusgalli*	(L.) P. Beauv.
	Echinochloa	*pyramidalis*	(Lam.) Hitchc. & Chase
	Eleusine	*indica*	(L.) Gaertn.
	Eragrostis	*atrovirens*	(Desf.) Trin. ex Steud.
	Eustachys	*petraea*	(Sw.) Desv.
	Hackelochloa	*granularis*	(L.) Kuntze
	Hyparrhenia	*rufa*	(Nees) Stapf
	Miscanthus	*sinensis*	Andersson
	Melinis	*minutiflora*	P. Beauv.
	Panicum	*máximum*	Jacq.
	Paspalum	*virgatum*	L.
	Paspalum	*ciliare*	(L.) Link
	Pennisetum	*purpureum*	Schumach.
	Phragmites	*australis*	(Cav.) Trin. ex Steud.
	Rhynchelytrum	*repens*	(Willd.) C.E. Hubb.
	Setaria	*viridis*	(L.) P. Beauv.
	Sorghum	*bicolor*	(L.) Moench
	Sorghum	*halepense*	(L.) Pers.
	Sporobolus	*jacquemontii*	Kunth
	Urochloa	*maxima*	(Jacq.) R.D. Webster
	Urochloa	*mutica*	(Forssk.) T.Q. Nguyen
	Zoysia	*matrella*	(L.) Merr.
Pontederiaceae			
	Eichhornia	*azurea*	(Sw.) Kunth
	Eichhornia	*crassipes*	(Mart.) Solms
Solanaceae			
	Physalis	*acutifolia*	(Miers) Sandwith
	Solanum	*rostratum*	Dunal
Umbelliferae			
	Hydrocotyle	*verticillata*	Thunb.
Urticaceae			
	Urtica	*dioica*	L.

Fuente: Novelo y Ramos 2005, Pérez *et al.* 2005, Novelo 2008, CONABIO 2011, Guadarrama-Olivera y Magaña-Alejandro com. pers.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

herbario de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) está efectuando un trabajo de campo dirigido a la búsqueda y colecta de las especies no nativas de Tabasco, y desarrolla proyectos de investigación enfocados a determinar la distribución, abundancia y el efecto de las especies invasivas sobre las nativas.

Una especie ya estudiada en el estado ha sido la orquídea *Oeceoclades maculata*, conocida localmente como *cola de tigre*, de la que se ha determinado su distribución, así como la descripción de los sitios donde se encuentra, y cuyos resultados se publican en esta misma obra (véase Una orquídea de origen africano *Oeceoclades maculata* (Orchidaceae: Cymbididieae), en esta obra).

Como se mencionó anteriormente, el presente trabajo es la primera aproximación al conocimiento de las plantas invasoras que se distribuyen en Tabasco. Se considera necesario el estudio de campo para determinar qué especies no nativas se encuentran en la flora de la entidad; asimismo es necesaria la investigación de mecanismos y estrategias que conlleven a la erradicación de las especies invasoras en los diversos ambientes del estado, sobre todo el análisis de los sitios donde se venden plantas (viveros, centros comerciales, etc.) y analizar las especies que se expenden determinando su potencialidad invasora.

Referencias

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2011. Sistema de información sobre especies invasoras en México. En: ‹*http://www.conabio.gob.mx/invasoras*›, última consulta: 11 de enero de 2011.

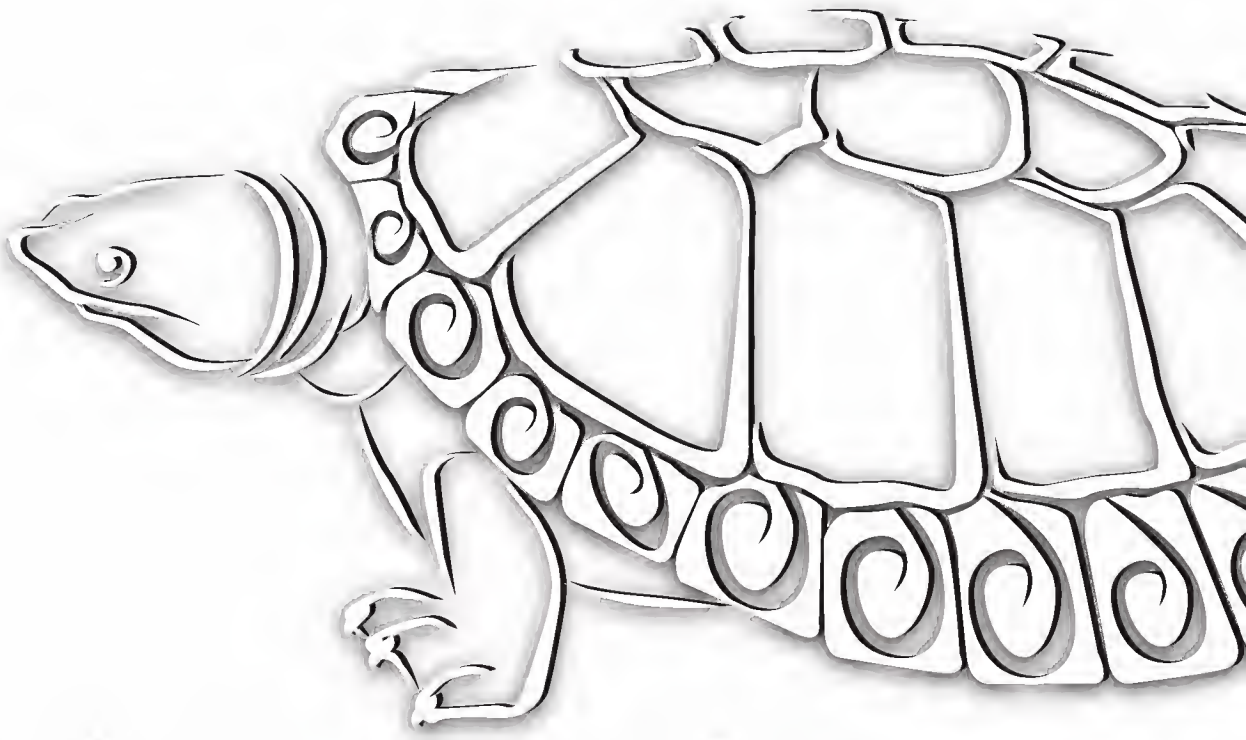
Novelo, R.A. 2008. *Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., México.

Novelo, R.A. y L. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 11-144.

Novelo, R.A., M. Sousa, A.M. Hanan *et al*. 2005. Vegetación terrestre. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 65-110.

Pérez, L.A., M. Sousa, A.M. Hanan *et al*. 2005. Vegetación terrestre. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.) Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 65-110.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Una orquídea de origen africano *Oeceoclades maculata* (Orchidaceae: Cymbidieae)

Carlos Manuel Burelo Ramos, Ena Edith Mata Zayas, Sandi Nacira Baños García y Carlos Mario Almeida Cerino

A escala mundial las especies invasoras constituyen un problema ambiental que atenta contra la biodiversidad, y son el producto de actividades humanas que, directa o indirectamente, las colocan fuera de su distribución natural.

La orquídea terrestre *Oeceoclades maculata* es nativa de las regiones tropicales de África. En América se le puede localizar desde Argentina hasta el sur de Estados Unidos de América, incluso en las Antillas (Cohen y Ackerman 2009). En México, su presencia es preocupante, ya que se ha multiplicado a tal grado que se ha convertido en la orquídea terrestre más común en todos los ambientes tropicales del sur del país (Hágsater *et al*. 2005; figuras 1 y 2); por eso es considerada como una planta invasora agresiva, cuyo estudio es prioritario (CONABIO *et al*. 2006).

A pesar de que en esta entidad se ha detectado la presencia de esta orquídea, no existen referencias que indiquen su distribución y grado de amenaza que pueda representar para las poblaciones de orquídeas terrestres nativas. El presente estudio muestra la distribución determinada a la fecha para esta especie, así como una breve caracterización de los ambientes donde se desarrolla. Para determinar la distribución, se entrevistó a investigadores locales para reunir informacion acerca de la presencia de la especie; posteriormente, se realizaron colectas en diferentes ambientes. Se recopilaron datos ambientales en cada una de las zonas donde se localizó y se describieron los lugares donde se desarrolla; asimismo, se colectaron ejemplares que fueron almacenados en el herbario de la UJAT, a cargo de la División Académica Ciencias Biológicas. Con los datos obtenidos se integró una base de datos y, con un sistema de información geográfica, se elaboró un mapa de sitios donde ha sido encontrada (figura 3).

Es difícil determinar desde cuándo se estableció esta orquídea en la entidad pues, al tratarse de una especie exótica, no es tan frecuente su colecta o registro. A partir de una consulta con investigadores del herbario de la UJAT (Castillo-Acosta, Guadarrama-Olivera, Ortiz-Gil, Magaña-Alejandro, Maldonado-Mares com. pers.), expertos en el conocimiento de la flora local, se estimó la presencia de *O. maculata* en la zonas de Agua Blanca, Macuspana, Villa Guadalupe, en Huimanguillo y en la zona del Madrigal en Teapa, desde hace aproximadamente 25 o 30 años sin que existieran antecedentes que indiquen una ruta de invasión.

Actualmente, la orquídea está presente en los municipios Balancán, Cárdenas, Centro, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo, Jonuta, Macuspana, Nacajuca, Paraíso, Tacotalpa, Teapa y Tenosique (figura 3). De acuerdo con la clasificación de López-Mendoza (1994), ocupa diferentes ambientes, como las selvas medianas perennifolias de canacoíte (*Bravaissia integerrima*), selva mediana, encinares, manglares alterados, vegetación secundaria (acahuales), así como plantaciones de coco y cacao. La información recopilada en este estudio sugiere que *O. maculata* está en la mayoría de los ecosistemas terrestres y agroecosistemas de Tabasco, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 900 msnm. Dicha orquídea tiene preferencia por lugares con algún grado de perturbación, y las condiciones de humedad no parecen afectarle, porque crece tanto en zonas con poca agua como en áreas inundables (Baños García *et al*. 2017).

Se desconoce el efecto de esta orquídea sobre poblaciones nativas y de otras especies, pero la cantidad de individuos por unidad de área (densidad) que alcanza en donde se distribuye hace pensar que ejerce una presión significativa. Actualmente

Burelo-Ramos, C.M, E.E. Mata-Zayas, S.N. Baños-García y C.M. Almeida-Cerino. 2019. Una orquídea de origen africano *Oeceoclades maculata* (Orchidaceae: Cymbidieae). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 114-117.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Ejemplar de orquídea invasora (*O. maculata*). Foto: Carlos Manuel Burelo Ramos.

Figura 2. Detalle de la flor de orquídea invasora (*O. maculata*). Foto: Carlos Manuel Burelo Ramos.

se desarrolla un proyecto que busca determinar parámetros poblacionales de *O. maculata* en donde se ubica, lo que permitirá inferir posibles daños a las poblaciones de orquídeas nativas terrestres.

Dadas las altas densidades en las que se puede encontrar *O. maculata* en algunos sitios, es posible que se reproduzca asexualmente, pero se considera que su erradicación manual no es una opción viable para su control por los altos costos de mano de obra. Se requieren estudios acerca de su biología y su relación con los ecosistemas en los que se desarrolla para establecer métodos de control.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

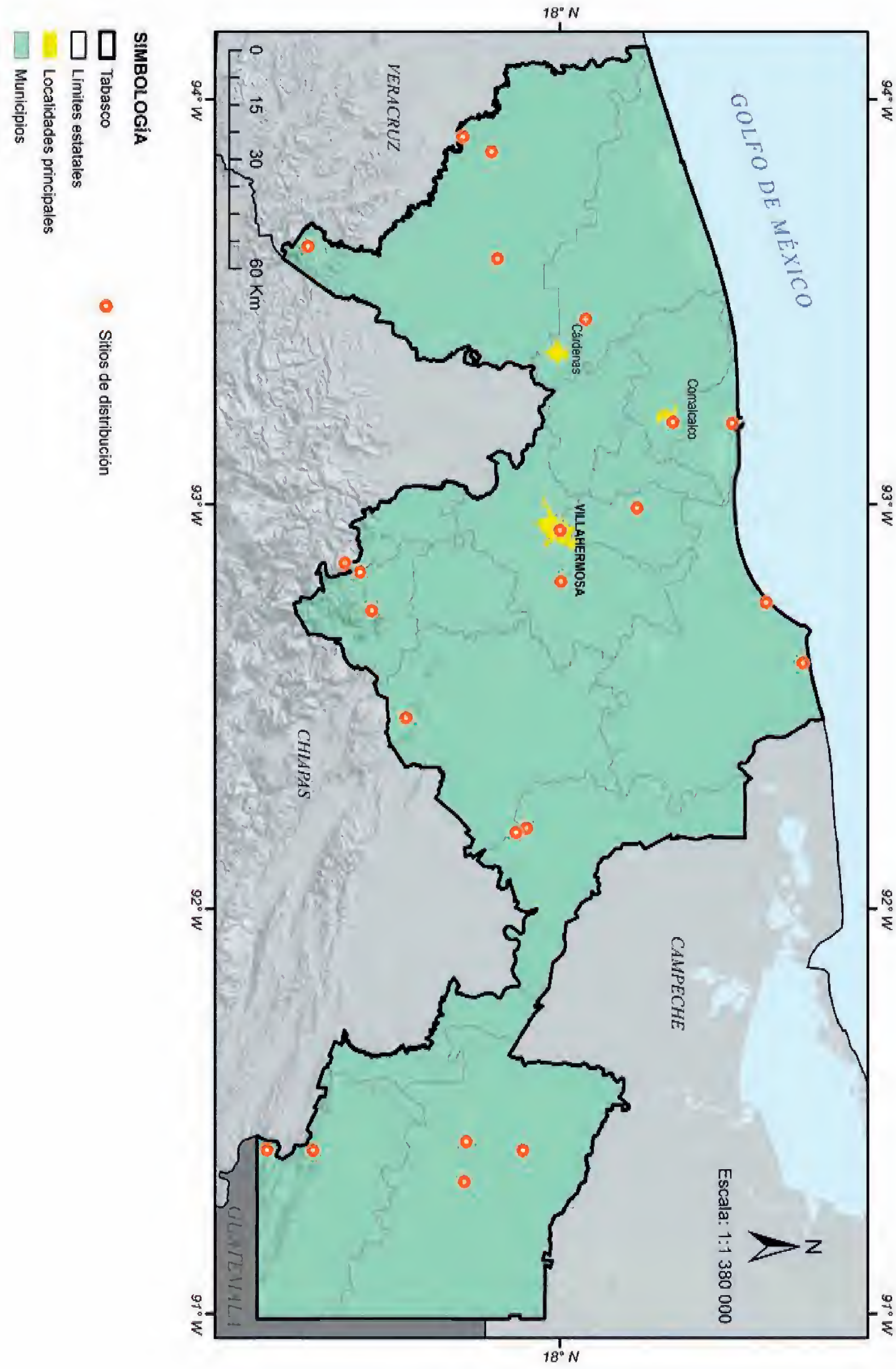


Figura 3. Distribución de la orquídea (*O. maculata*) en el estado. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Baños-García, S.N. 2017. *Distribución de Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl. (Orchidaceae: Cymbidiaea), una orquídea africana en el estado de Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UAJT, Tabasco.

Cohen, I. y J. Ackerman. 2009. *Oeceoclades maculata*, an alien tropical orchid in a Caribbean rainforest. *Annals of Botany* 104:557-563.

CONABIO, AridAmerica, GECI y TNC. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, AridAmerica A.C., Grupo de Ecología y Conservación de Islas A.C., y The Nature Conservancy. 2006. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México*. CONABIO/AridAmerica/GECI/TNC, Ciudad de México.

López-Mendoza, R. 1994. *Tipos de vegetación y su distribución en el sureste en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Hágsater, E., M.A. Soto, G.A. Salazar *et al*. 2005. *Las orquídeas de México*. Instituto Chinoín A.C., México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Moluscos invasores

Luis José Rangel Ruiz y Jaquelina Gamboa Aguilar

Es innegable la importancia que tienen las especies exóticas invasoras, ya que son consideradas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad a escala global después de la pérdida del hábitat (Vitousek *et al.* 1996, Leung *et al.* 2002).

Para Tabasco sólo se ha registrado la presencia de dos especies de caracoles exóticos: *Melanoides tuberculata* (figura 1a; Contreras-Arquieta *et al.* 1995a, Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2001, Cruz-Ascencio *et al.* 2003, Albarrán-Mélzer *et al.* 2009) y *Tarebia granifera* (figura 1b; Rangel-Ruiz *et al.* 2011). Se piensa que la introducción de estas dos especies fue por la actividad del acuarismo (Morrison 1954, Contreras-Arquieta *et al.* 1995b) y su dispersión por el arrastre de vegetación flotante en ríos.

Las dos especies presentan las mismas estrategias reproductivas: son ovovivíparas, partenogenéticas (reproducción asexual, producto del desarrollo de un solo gameto), de desarrollo rápido y madurez precoz, lo que las hace muy competitivas ante otras especies de gasterópodos (Pointier *et al.* 1994). Aún no ha sido posible determinar con exactitud el efecto que estas dos especies tienen sobre las comunidades de gasterópodos en los hábitats que han invadido, por lo que es urgente desarrollar programas de prevención, control, manejo y erradicación de especies de gasterópodos exóticos/introducidos (Mifsut y Martínez 2007).

Referencias

Albarrán-Mélzer, N.C., L.J. Rangel-Ruiz y J. Gamboa-Aguilar. 2009. Distribución y abundancia de *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 25(1):93-104.

Contreras-Arquieta, A., G. Guajardo-Martínez y S. Contreras-Balderas. 1995a. Redescripción de caracol exógeno *Thiara* (*Melanoides*) *tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) y su distribución en México. *Publicaciones Biológicas FCB-UANL* 8(1 y 2):1-16.

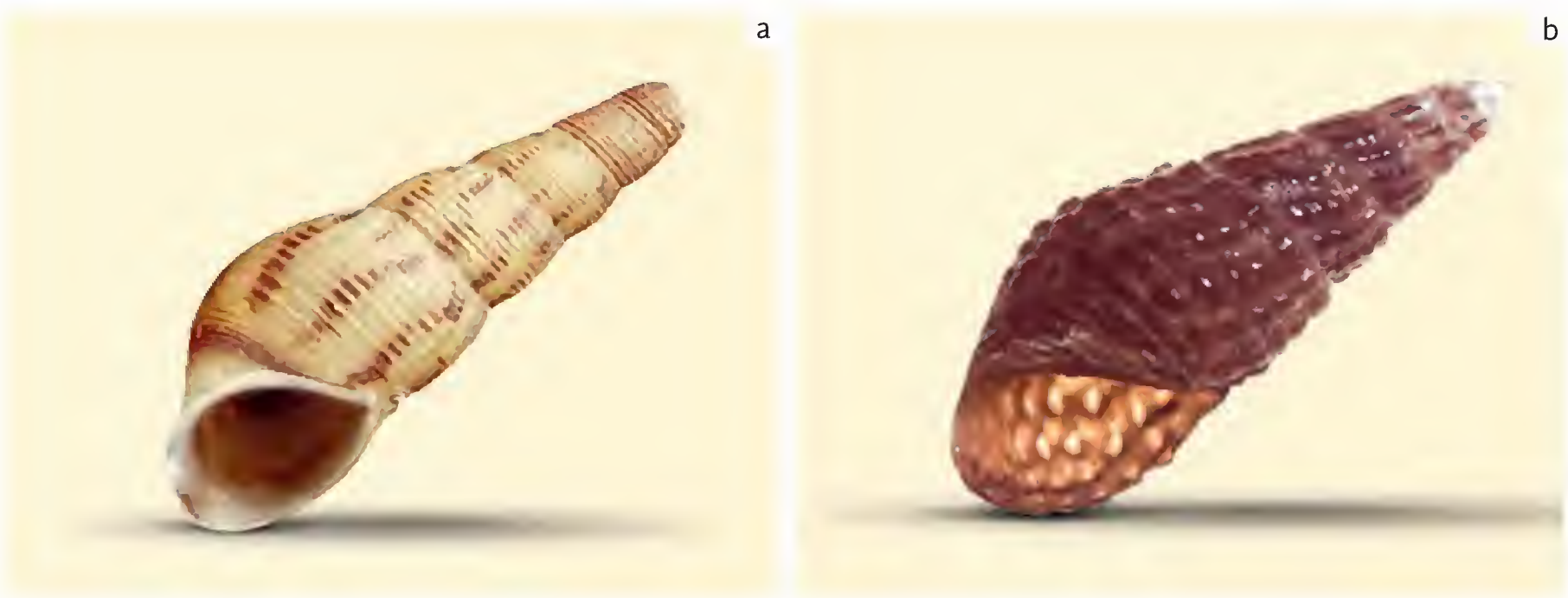


Figura 1. a) *Melanoides tuberculata,* y b) *Tarebia granifera*. Fotos: Laboratorio de Malacología-UJAT.

Rangel-Ruiz, L.J. y J. Gamboa-Aguilar. 2019. Moluscos invasores. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 118-119.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 1995b. *Thiara* (*Melanoides*) *tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae), su probable impacto ecológico en México. *Publicaciones Biológicas* FCB-UANL 8(1 y 2):17-24.

Cruz-Ascencio, M., R. Florido, A. Contreras-Arquieta y A.J. Sánchez. 2003. Registro del caracol exótico *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia* 19(38):101-103.

Leung, B., D.M. Lodge, D. Finnoff *et al*. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceeding of the Royal Society of London (Series B)* 269:2407-2413.

Mifsut, I.J. y M. Martínez. 2007. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México.* IMTA/CONABIO/GECI/AridAmérica A.C./The Nature Conservancy, Morelos.

Morrison, J.P.E. 1954. The relationships of old and new world melanians. *Proceedings of the United States National Museum* 103(3325):357-394.

Pointier, J.P., R.N. Incani, C. Balzan *et al*. 1994. Invasion of the rivers of the Littoral Central Region of Venezuela by *Thiara granifera* and *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Prosobranchia: Thiaridae) and the absence of *Biomphalaria glabrata*, snail host of *Schistosoma mansoni*. *The Nautilus* 17(4):124-128.

Rangel-Ruiz, L.J. y J. Gamboa-Aguilar. 2001. Diversidad malacológica en la región Maya: I. Parque Estatal de la Sierra, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 82:1-12.

Rangel-Ruiz, L.J., J. Gamboa-Aguilar, M. García-Morales y O.M. Ortiz-Lezama. 2011. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 27:103-114.

Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, LL. Loope y R. Westbrooks. 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84:468-478.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Peces exóticos

Salomón Páramo Delgadillo y Lenin Arias Rodriguez

Introducción

Todos los ecosistemas del mundo están expuestos a dos amenazas fundamentales: la modificación del hábitat y el ingreso de especies ajenas o exóticas, es decir, que no han sido producto del proceso natural de evolución y adaptación ecológica de los componentes de la comunidad ahí asentada, sino de su introducción (Cowx 2001).

El ser humano se ha desplazado en el planeta y con ello ha favorecido el acarreo de especies hacia zonas alejadas de sus territorios de origen, las cuales han ampliado sus áreas de distribución mediante los procesos de colonización.

Ejemplos de lo anterior son la introducción de las carpas en todo el suroeste asiático con fines ornamentales, o el caso de las truchas que son fuente de alimento en América, las cuales también han sido diseminadas a lo largo de Europa e incluso en Sudamérica (Feinstein 2004). Debido al desarrollo tecnológico, así como al incremento de nuevas áreas urbanas, transporte, actividades comerciales y turismo, se ha promovido el movimiento de especies de sus áreas de distribución natural a localidades cada vez más alejadas.

Después de la destrucción del hábitat, las especies introducidas son la razón más importante para perder la biodiversidad (Vitousek *et al.* 1996). Estas especies se emplean por su valor económico u ornamental, como control biológico o para restaurar el ambiente.

Las especies invasoras desplazan a las nativas por competencia directa, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat, de cadenas alimentarias y aún pueden hibridar con especies nativas y alterar el pool génico (Morales-Román y Rodiles-Hernández 2000, Mooney y Cleland 2001). Para evitar este problema se han generado iniciativas para recabar información acerca de estas especies y prevenir las consecuencias de su introducción; entre ellas se pueden citar el Programa Mundial de Especies Invasoras (GISP), el Grupo Especialista en Especies Exóticas Invasoras de UICN (IUCN-ISSG), la Red Global de Información sobre Especies Exóticas Invasoras (GISIN) y el Programa Global de Especies Invasoras de The Nature Conservancy (TNC-GISI).

Desde 1991, Fernando (1991) mostró varios tipos de impacto que las introducciones de peces habían generado en Asia y América, razón por la que Gutiérrez (2006) establece toda una serie de lineamientos que deben tenerse en cuenta para definir el impacto que las especies invasoras ejercen sobre los ambientes en los que se van dispersando y las especies nativas que los pueblan. Schüttler y Karez (2008) editaron un documento en el que se reúne la información de las especies invasoras en las reservas de la biosfera de América Latina y el Caribe; adicionalmente, reunieron las experiencias y las alternativas de manejo, siendo uno de los trabajos de mayor importancia hasta el momento.

En México se ha implementado el Sistema Nacional sobre Especies Invasoras de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en el que se han registrado las especies introducidas confirmadas. Para evitar la entrada de nuevas especies y generar actividades orientadas a prevenir y controlar las especies invasoras, se pretende establecer medidas y programas interinstitucionales.

Son diversas las razones por las que se han introducido especies de peces, entre estas se encuentra la de intentar mejorar la productividad de las aguas naturales, como el caso de *Micropterus salmoides* en embalses de México. Resultó apropiado generar pesquerías para aprovechar nichos tróficos no explotados, aunque ocasionó problemas serios con las poblaciones de peces nativos como desplazamiento e incluso desaparición,

Páramo-Delgadillo, S. y L. Arias-Rodriguez. 2019. Peces exóticos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 120-129.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sobre todo con la introducción de carnívoros voraces como *Lates niloticus* en el lago Victoria de África (Balirwa 2007) o *Micropterus salmoides* en embalses de Michoacán (Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos 1984).

Es importante recordar que una especie es exótica porque está fuera de su ámbito de distribución natural, así que mediante translocaciones[1] dentro del mismo país se podría incurrir en generar especies exóticas al ecosistema a partir de las nativas. Esta situación se dio con *Petenia splendida* al ser introducida en Antigua, Veracruz (Obregón-Barbosa *et al.* 1994) y Temascal, Oaxaca, donde se tiene una pesquería de esta especie trasplantada en la cuenca del río Papaloapan (su área de distribución natural se limitaba hacia el norte, hasta la cuenca del río Grijalva).

En México se tiene el registro de 73 especies acuáticas no nativas confirmadas, 21 de las cuales son peces, y cuatro más que puedan estar presentes de manera potencial (Okolodkov *et al.* 2007). Por otro lado, Mercado-Silva *et al.* (2008) encontraron que la cadena alimentaria del río La Laja, en el centro de México, ha sido afectada por especies de peces no nativas mediante predación, como en el caso del carnívoro *Micropterus salmoides,* o la competencia por los recursos que ocurre con *Cyprinus carpio*, *Oreochromis mossambicus* y *Carassius auratus* con las especies nativas del sistema. De igual manera ocurre en Cuatrociénegas, Coahuila, donde la presencia de *Cyprinus carpio* y *Hemichromis guttatus* tienen un impacto sobre los peces nativos. Este último presenta una competencia por alimento con los juveniles de *Herichthys minckleyi*, una mojarra nativa, provocando que sus poblaciones disminuyan (Hendrickson *et al.* 2008).

En Chiapas, estado vecino, se sabe que al menos siete especies de peces exóticos han invadido diversos cuerpos de agua de la selva Lacandona (Rodiles, com. pers.); entre estas se cita a la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), carpa común (*Cyprinus carpio*), trucha (*Onchorhynchus mykiss*), lobina (*Micropterus salmoides*) y tilapias (*Oreochromis niloticus, O. mossambicus* y *Tilapia zillii*). Estas provocan el desplazamiento de algunas especies nativas al competir por el alimento, también consumen sus huevos y larvas, además de que destruyen áreas de nidación e incrementan la turbidez por resuspensión de sedimentos.

Peces exóticos presentes en el estado

En Tabasco existen 12 especies que no corresponden a la ictiofauna nativa (cuadro 1).

Mojarra pinta

Existen dos especies designadas con este mismo nombre común debido a que son extremadamente semejantes

Cuadro 1. Especies de peces exóticos registrados en el estado.

Núm.	Nombre científico	Nombre común
1	*Parachromis motaguensis*	Mojarra pinta
2	*Parachromis managuensis*	Mojarra pinta
3	*Oreochromis aurea*	Tilapia
4	*Oreochromis mossambicus*	Tilapia
5	*Oreochromis niloticus*	Tilapia
6	*Oreochromis urolepis hornorum*	Tilapia roja
7	*Coptodon rendalli*	Tilapia
8	*Ctenopharyngodon idella*	Carpa herbívora
9	*Cyprinus carpio*	Carpa común
10	*Pterygoplichthys pardalis*	Pez diablo o plecos
11	*Pterygoplichthys disjunctivus*	Pez diablo o plecos
12	*Pterois volitans*	Pez león

Fuente: Espinoza-Pérez y Daza-Zepeda 2005, Amador del Ángel y Wakida-Kusunoki 2014, Márquez-Couturier y Páramo-Delgadillo com. pers.

[1] Introducción de organismos a un área de donde no son naturales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y sólo pueden ser reconocidas por una pequeña muesca en el borde inferior del preopérculo de *P. managuensis*, en tanto que en *P. motaguensis* el borde es continuo. El primer registro correspondió a la presencia de la mojarra pinta (*Parachromis motaguensis*) recolectada en 1981 en el río González, corriente que se deriva del río Grijalva en áreas cercanas a su unión con el Usumacinta (Díaz-Pardo y Páramo-Delgadillo 1984); posteriormente se identificó otra mojarra que corresponde a la especie *P. managuensis* (Miller *et al.* 2009). Ambas son de la ictiofauna nativa de Guatemala con distribución en el parteaguas del Pacífico, las cuales fueron introducidas por translocación en acciones de cultivo al río La Pasión, subsidiario de la parte alta del Usumacinta, a partir de donde se extendió su distribución (figura 1).

No hay estudios en la región acerca de la biología de estas especies u otros aspectos como crecimiento, dinámica poblacional o impacto sobre las especies nativas del estado. Sólo se conoce un trabajo hecho en Guatemala, en el que se recomienda para policultivo con tilapia ya que, por su condición carnívora, evita la sobrepoblación por crías de tilapia, lo cual favorece el rendimiento del cultivo (Dunseth y Bayne 1976). Otro trabajo es acerca de su pesquería en el municipio Jonuta, que indica que su presencia llegaba a ser semejante a la de las especies nativas de interés comercial como la castarica (*Mayaheros uruphthalmus*) y tenguayaca (*Petenia splendida*; Carrillo 1991), y uno más sobre su cariotipo (Arias-Rodríguez *et al.* 2006). Hay algunos reportes sobre parásitos en esta especie, entre los que destaca el de *Gnathostoma* sp. (Hernández-Gómez *et al.* 2008), un parasito que puede infectar al humano y que ya se ha presentado un caso en el municipio Centla.

Mojarra tilapia

Las tilapias fueron otras especies de cíclidos introducidos de manera intencional para apoyar la piscicultura.

Figura 1. Mojarra pinta (*Parachromis managuensis*). Foto: Salomón Páramo Delgadillo.

Espinosa-Pérez y Daza-Zepeda (2005) reportaron tres especies: *Oreochromis aureus* en las lagunas el Limón y la Mona, *O. mossambicus* en el río Carrizal, en el Macayo y la laguna el Limón, y *Coptodon rendalli* en las chinampas experimentales de Cárdenas. Existe el reporte de otras dos especies de tilapia: *Oreochromis niloticus* muy extendida y que conforma la mayor parte de la pesquería en la cuenca Grijalva-Usumacinta, y *O. urolepis hornorun* que se localiza en los alrededores de la laguna Mecoacan. *O. mossambica* y *O. nilotica* fueron introducidas en junio de 1980 -procedentes de Temascal, Oaxaca- al sitio de desarrollo agropiscícola Camellones chontales de Nacajuca y a la piscifactoría J. N. Rovirosa de Teapa. Con el inicio de las actividades del Centro de Acuicultura tropical de Puerto Ceiba ingresa en 1982 un lote de *Oreochromis urolepis hornorum*, procedente de Auburn, Alabama, Estados Unidos, el cual fue importado con un paquete tecnológico para el desarrollo de piscicultura en jaulas flotantes (Vargas-Medina com. pers.).

Aunque gran parte de la producción de crías producidas en ambas instalaciones fueron orientadas hacia la piscicultura en estanques rústicos y jaulas, una cantidad muy importante fue sembrada en diversas lagunas de los municipios Centro, Centla y Nacajuca, para repoblar con peces que favorecieran la pesquería de mojarras, nombre genérico con el que se conoce a los cíclidos en la región.

Oreochromis niloticus (también conocida como tilapia nilotica) ingresó al país en 1978 (Arredondo y Guzmán 1985) debido a que, después de revisar cuidadosamente las especies de peces del país, no se encontró alguna nativa que pudiera satisfacer las ventajas que ofrecían las tilapias (Sevilla com. pers.).

No fueron previstos los impactos que estas especies pudieran tener sobre la ictiofauna nativa o en el ambiente. Ahora se sabe que contribuyen a la eutroficación de los cuerpos de agua (Armantrout 1998, Starling *et al.* 2002) y, debido a sus características biológicas (reproducción durante todo el año en ambientes tropicales, cuidado de nidos, incubación oral de huevos y guarda parental) gran parte de la progenie llega a etapas adultas. Se le considera herbívora, detritívora o planctívora, pero se ha documentado que también consume huevos de larvas de especies más pequeñas (Arthington *et al.* 1994) o compite por alimento con las especies nativas. Para el caso de la tilapia azul (*O. mossambicus*), Fuselier (2001) determinó que esta especie había provocado una segregación del

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

hábitat de ciprinodontidos nativos de Quintana Roo, y Schmitter-Soto y Caro (1997) indican cómo se ha convertido en una especie invasora en ese estado. También existe un impacto a nivel molecular porque provoca cambios en el flujo génico por hibridación o introgresión, e indirectamente disminuye el tamaño de poblaciones nativas (adaptadas a condiciones locales) y por lo tanto, se pierde diversidad genética (Arthington 1991, Carvalho y Hauser 1995, Fitzsimmons 2001). Asimismo, al competir por alimento, hábitat y sitios de desove desplaza a especies nativas (McKaye *et al.* 1995, 1998, McCrary *et al.* 2001). En Venezuela se ha indicado ya del riesgo de su introducción (Nirchio y Pérez 2000).

Desde 1980 y hasta 2008, la tilapia no aparece como rubro independiente en los registros de pesca, sino integrado al concepto *mojarra*, teniendo una producción de 8.3 a 20.9% del total de la pesca de escama del estado (CONAPESCA 2008). Es hasta 2009 y 2010 que se les considera con el dato de contribución por separado con los rubros de tilapia, tilapia de cultivo y mojarra. En 2011 nuevamente se les reúne con el mismo nombre de mojarra (CONAPESCA 2011); desafortunadamente, con ese término también se consideran varias especies de agua dulce (cíclidos nativos y tilapias exóticas) y marinas (gérridos, conocidos como mojarras de mar). Actualmente, la producción de tilapia por pesca llega a ser aproximadamente el doble de la producción de mojarras nativas, lo cual ha ocurrido en los 30 años que tiene la introducción de estas especies a Tabasco.

Hasta la fecha no existen trabajos que indiquen cómo estas especies de cíclidos exóticos han impactado a los peces nativos y sólo se encontró que Castillo-Domínguez *et al.* (2011) establecen la composición, densidad y biomasa de la ictiofauna del río San Pedro. En este estudio es el primero en considerar aspectos ecológicos sobre la comunidad de peces, y señalar a dos especies exóticas en Tabasco (*P. managuensis* y *Oreochromis niloticus*).

Carpas

Otras dos especies registradas en las aguas dulces de la entidad y de las cuales no existe registro oficial de su introducción son la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*). Se tiene registro de estos ciprinidos (figura 2) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (Reséndez-Medina y Salvadores 2000), la región de Los Ríos y áreas adyacentes a Chiapas (Morales-Román y Rodiles-Hernández 2000), la llanura de inundación del río Grijalva y el río Pichucalco, en la ranchería El Jimbal en la región Centro de Tabasco (Páramo datos no publicados).

La carpa herbívora es originaria de China y alcanza una talla de hasta 125 cm. Es de color gris plateado en los costados, con el dorso oscuro y surcos paralelos prominentes (Hubbs *et al.* 2008). Se caracteriza por tener dientes faríngeos, su cuerpo es elongado con la cabeza redondeada y su boca en posición terminal. Los machos presentan tubérculos sobre las aletas pectorales durante la época reproductiva y su intestino es muy largo y con diversas vueltas.

En Tabasco se distribuye principalmente en la planicie inundable de la cuenca Grijalva-Usumacinta. No existe registro oficial de su eventual siembra en aguas tabasqueñas. Se decía que esta especie no se reproducía sino sólo en sus áreas de distribución natural, ahora se sabe que sí se reproduce en Tabasco, como lo demuestra el registro de juveniles en la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla (Reséndez-Medina y Salvadores 2000), y de larvas en las aguas del río Carrizal (Páramo datos no publicados).

Habita en lagos y ríos, particularmente sistemas grandes, ya que prefiere ambientes con abundante vege-tación acuática sumergida. Tolera un intervalo amplio de condiciones como temperaturas de 0 a 35°C, salinidades hasta de 10 ups y concentraciones de oxígeno disuelto de tan solo 0.5 mg/l. Desovan en los grandes ríos con corrientes, y las larvas toleran temperaturas de 10 a 30°C; dos días después de la eclosión, las larvas se mueven a aguas quietas con abundante vegetación (Stanley *et al.* 1978, Guillory 1980, Cudmore y Mandrak 2004). No está bien definida la estación reproductiva, pero se sabe que ocurre entre los 18 y 22°C. Desova descargando mucho esperma y huevos en sustratos abiertos con corrientes de ~0.6 m/s y están asociadas a áreas de tierras bajas inundables (Hargrave y Gido 2004). El momento del desove se relaciona con una elevación mayor a 1.2 m en periodos

Figura 2. Carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*). Foto: Candelario Jiménez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de 12 horas (Chilton y Muoneke 1992). La fecundidad es de 200 000 a 1 200 000 huevos para hembras de 65 a 90 cm, aunque no se ha estudiado para el caso particular de Tabasco. Los huevos son pequeños (2.0 a 2.5 mm) y la eclosión ocurre en 28 horas a 24°C.

Llevan a cabo migraciones reproductivas en cardúmenes siendo las tallas de reproducción alrededor de los 55 cm; su longevidad es de alrededor de 10 años, aunque se han encontrado individuos de 33 (Cudmore y Mandrak 2004). Es herbívora, ya que se alimenta de macrófitas, pero consume insectos y peces ante la falta de vegetales. Las larvas se alimentan de rotíferos a los dos a cuatro días, y luego lo hacen de zooplancton mayor. Los adultos consumen algas filamentosas, detritus, plantas acuáticas vasculares, por lo que se ha introducido como control de malezas; sin embargo, también consume plantas terrestres que quedan en las áreas de inundación (Elder y Murphy 1997), lo que en Tabasco constituye un problema para los ganaderos del estado al no tener pastura cuando bajan las aguas después de la inundación.

Para evitar la reproducción se intentó el desarrollo de híbridos estériles con machos de carpa común (*Cyprinus carpio*); sin embargo, el proyecto fracasó al darse la reproducción (Chilton y Muoneke 1992).

Morales-Román y Rodiles-Hernández (2000) determinaron el impacto de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) sobre la comunidad de peces del río Lacanjá, tributario del Usumacinta en Chiapas. Establecieron dos secciones separadas por una cascada que no ha podido ser remontada por la carpa herbívora, y observaron que la composición de la ictiofauna era diferente. La presencia de carpas también está relacionada con el cambio en la transparencia del agua tornándola turbia al consumir las plantas acuáticas y erosionar el sustrato (Barton *et al.* 2000, Zambrano *et al.* 1998) e impedir el paso de luz. Esto modifica la presencia de macrófitas acuáticas, que pueden ser base de la cadena alimentaria de otras especies o áreas de refugio y nidación.

Otro problema relacionado con la introducción de carpas es la dispersión de parásitos, en el caso particular de *Ctenopharyngodon idella*, ésta fue portadora de un gusano helminto (*Botriocephalus acheilognath*) cuando fueron traídas de China seis mil crías (López-Jiménez 1981). Salgado-Maldonado y Pineda-López (2003) evidencian el riesgo de este parásito para las especies nativas de México, porque se puede presentar lo que se denomina *transfaunación parasitaria* y que es, básicamente, el paso de parásitos de la especie invasora a las especies nativas.

Esto ya ocurrió con un tremátodo (*Centrocestus formosanus*), parásito de la carpa *Mylopharyngodon piceus* (Arizmendi 1992). La metacercaria (forma infectante del trematodo) ha sido registrada en diversas especies (atherinidos, carácidos, ciclidos, ciprinidos, eleotridos, góbidos, godeidos, ictaluridos, mugilidos y poecilidos) presentes en diversos estados de la república mexicana, entre los que se encuentra Tabasco (Scholz y Salgado-Maldonado 2000), siendo mayor la incidencia de infección en las especies nativas que en las originalmente portadoras (Gutiérrez-Cabrera *et al.* 2005).

Para el caso de cíclidos ya existe un listado amplio de los parásitos en México (Salgado-Maldonado *et al.* 1997 y Vidal-Martínez *et al.* 2001) entre los que aparecen algunos transfaunados; es decir, parásitos que han llegado con hospederos introducidos y luego han parasitado a especies locales al establecerse en ellas.

Plecos

Otra especie localizada en las aguas de la planicie costera de los ríos Grijalva-Usumacinta a partir de 1997, y que se ha distribuido ampliamente como consecuencia de las recientes inundaciones (1999, 2007) que se han presentado en la zona es el denominado pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*; figura 3). Esta especie ha provocado una profunda preocupación en los pescadores de la región por las pérdidas económicas, debido a que las espinas en sus aletas (dorsal y pectorales) provocan daños a las redes al quedar atrapada, al mismo tiempo que dificulta la pesca de especies como la castarrica (*Mayaheros urophthalmus*), tenguayaca (*Petenia splendida*), tilapias y robalos, todas ellas de interés comercial y que constituyen su ingreso principal.

Figura 3. Plecos o pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*). Foto: Salomón Páramo Delgadillo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pterigoplichthys pardalis, mejor conocido como pez diablo, presenta reproducción a lo largo del año, tiene una fecundidad media de alrededor de 6 500 huevecillos, se alimenta fundamentalmente del perifiton (conjunto de bacterias, hongos, algas y protozoarios que se asientan sobre las plantas o troncos sumergidos). Este organismo pertenece a la familia de los Loricaridae, peces gato con lorica (armadura) que se forma por los escudos óseos que recubren su cuerpo dorsal y lateralmente. Estas estructuras tienen terminaciones puntiagudas que, si no se les manipula apropiadamente, pueden causar escoriaciones a la piel de las manos; sólo la región ventral no las posee.

Al tener un cuerpo acorazado no tiene depredadores en el área, de no ser por los lagartos y las nutrias. En tallas pequeñas se ha observado que es consumido de manera ocasional por el pato buzo o cormorán. Su región cefálica es muy fuerte y constituye el mejor sitio para ser tomado y manipularle. En posición ventral se encuentra la boca que es de tipo suctoria (a manera de una ventosa), rodeada de labios carnosos y armada con varias filas de diminutos dientes a manera de pequeñas palas con las que raspa los sustratos firmes sobre los que se desarrolla el perifiton y biopelículas de microorganismos. En la región, ningún otro pez presenta este tipo de adaptación para la alimentación, y solo las larvas de invertebrados o de insectos acuáticos, o microcrustáceos bentónicos constituirían competidores para este recurso alimenticio. Se ha observado que, en condición de cautiverio, es capaz de adherirse a un pez grande, como un pejelagarto, e ir consumiendo la capa mucosa que se desarrolla sobre su cuerpo.

Presentan un estómago ampliamente vascularizado que contribuye a la función respiratoria, de modo que si el agua en la que se encuentra está en una condición de hipoxia, puede salir a tomar aire y difundir el oxígeno a través de la pared del estómago hacia la sangre de todos los vasos que le rodean. En ambiente húmedo es capaz de resistir muchas horas fuera del agua y recuperarse rápidamente al regresar a ella. Para su reproducción, forma nidos en el fondo de los cuerpos de agua o en las paredes de los ríos al excavar hoyos de hasta 1.5 m de profundidad, por lo que aumenta la turbidez del agua y provoca una marcada erosión como ha sido constatado ya en Florida (Nico *et al.* 2009a), además de que pudieran ocurrir interacciones con el manatí (*Trichechus manatus*), que es una especie amenazada (Nico *et al.* 2009b).

Pez león

Naturalmente se distribuye en los arrecifes coralinos del océano Índico y algunos otros del Pacífico occidental. Es una especie que se alimenta de coral y huevecillos de otros peces, por lo que se constituye como un depredador. Vive en profundidades de 1 a 50 m, temperaturas de 18 a 30°C, pH de 8.0 a 8.5 y salinidades de 30 a 40 ups. Originalmente apareció en Florida en 1985, posteriormente se expandió por el Caribe: hacia las islas Bahamas en 2004 y en el 2007 en Cuba (Morris 2013).

Debido a las condiciones ambientales en las costas del sur del golfo de México, éste sería un lugar apropiado para su reproducción y crecimiento. En México se le encontró en 2009 en la península de Yucatán (Amador-del Ángel y Wakida-Kusunoki 2014), además de advertir su presencia en Veracruz y Quintana Roo. En Tabasco ha sido detectado frente a la costa de Sánchez Magallanes (Márquez-Couturier com. pers.; figura 4). Por sus hábitos depredadores, su exitosa reproducción y la defensa que constituyen las largas espinas de sus aletas (con las que puede inocular una toxina fuertemente urticante), representa una amenaza potencial para los recursos pesqueros, para las comunidades de peces nativos y para la salud humana. Debido a ello, se han desarrollado acciones para su control mediante concursos largos de pesca con buenos incentivos para los participantes; además, se redactó una guía con información para su control y manejo (Morris 2013).

Aun y cuando se comprende que el desarrollo de una comunidad biológica ha obedecido al proceso evolutivo, el interés de generar más rendimientos y apoyar el su-

Figura 4. Pez león (*Pterois volitans*). Foto: Jaime Eduardo Pérez Estrada/Banco de Imágenes CONABIO.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

ministro de alimentos de alta calidad proteica ha dejado en segundo plano a la necesidad de conocer plenamente la diversidad de especies, los ensamblajes que forman y, más aún, la posibilidad de hacer un manejo responsable de los recursos que estos constituyen. Para Tabasco, la información sobre la ictiofauna atiende básicamente al conocimiento de las especies que la constituyen y todavía no ha sido explorada toda la entidad; sin embargo, no existen trabajos que consideren los ensamblajes de peces en los diversos ambientes acuáticos, por lo que no sería posible comparar la biodiversidad antes y después de la introducción de especies exóticas.

Alternativas de aprovechamiento como recurso

No obstante la serie de problemas que se han presentado en otras latitudes como consecuencia de la introducción de especies, es importante señalar que en algunos casos estas se han tornado parte de la fauna local una vez que se han establecido y, en ciertos casos, se han incorporado a las economías locales por constituirse como un recurso extra de los ecosistemas acuáticos. Esto se hace más evidente cuando son incorporados a la alimentación, como es el caso de la carpa herbívora y las tilapias. Dentro de los registros oficiales se presenta hacia los años ochenta el nombre de *carpa* entre las estadísticas de captura. De acuerdo con la CONAPESCA, en la producción pesquera para la entidad y hasta 2007 se indica un registro para la especie *Cyprinus carpio* denominada comúnmente carpa, en tanto que durante el periodo de 2008 a 2012 se le cambió el nombre científico al de *Ctenopharyngodon idella*. Para estos años se tuvo un volumen de producción de 1 077.14 y 1 276.06 t respectivamente, correspondientes a 2.36 y 3.16% de la producción pesquera para el estado (CONAPESCA 2010 y 2014).

Aunque no se tienen registros por especie, para el caso de la tilapia se puede considerar que la mayoría corresponde a tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*). Para el año 2009 la captura fue de 2 764.8 t (7.15% del total) y la producción por cultivo llegó solo a 282.1 t (0.73%). Hasta agosto del 2010 se registraba una producción por cultivo de 353.4 t (1.40%). En el anuario estadístico de captura de recursos pesqueros durante el periodo de 1999 a 2008 no se encontró dato para tilapia sino sólo como mojarra. No obstante, es importante que no se lleve a cabo la siembra indiscriminada en áreas silvestres, pues provocaría el desplazamiento de especies nativas por competencia hacia recursos comunes, por depredación o modificación del hábitat, y sería pertinente que estas especies fuesen empleadas para fines de acuacultura en ambientes controlados, respetando lo que se expresa en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento (CONAPESCA 2007).

En el caso del pez diablo se hizo una investigación que permite alternativas de su uso, como sería el de filete para consumo humano, el secado y molido para elaboración de harina para alimentos balanceados de consumo animal, y aún la creación de ensilaje con este mismo propósito (Páramo *et al*. 2008). Evidentemente, esto constituye una alternativa de uso para limitar su impacto en aquellas áreas en las que ya se ha asentado, pero habría que evitar a toda costa su introducción en nuevas áreas.

Conclusión y acciones para evitar el deterioro del recurso

Con excepción del trabajo de Morales-Román y Rodiles-Hernández (2000), que atiende a un área muy cercana al límite con Tabasco, no existen trabajos que vinculen el impacto de las especies invasoras sobre la fauna de peces nativos de Tabasco o sobre el ambiente específico del estado. Esto hace imprescindible que se establezca un programa que logre, en primera instancia, tener bien reconocida a la ictiofauna del estado. En dicho programa se deberá ubicar la presencia y abundancia, al menos, de las especies en las diversas cuencas que constituyen la red hidrológica de la entidad. De forma paralela deberán emprenderse estudios orientados a establecer los ensamblajes de la ictiofauna, correlacionándolos con las condiciones ambientales particulares de los diversos sistemas acuáticos.

Con excepción del pez diablo, las demás especies invasoras ya constituyen parte de la pesquería artesanal que se practica de forma cotidiana en Tabasco; el registro que aparece solo hace alusión a los nombres comunes de la carpa herbívora y la tilapia. Se considera de capital importancia que se modifique esta condición y se registre la captura atendiendo realmente a la diversidad de las especies capturadas. En este sentido se recomienda la revisión del libro *Catálogo de las especies acuáticas de interés comercial en el estado de Tabasco, artes y métodos de captura*, y atender sus recomendaciones.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Por otro lado, es necesario que se lleven a cabo estudios de dinámica poblacional de las diferentes especies para hacer propuestas viables para su manejo. En un sitio con las características hidrológicas de Tabasco, donde los cambios de nivel del agua son tan marcados entre la época de seca y la de lluvias, y que presenta la inundación de tierras bajas periódicamente, es muy difícil erradicar a las especies invasoras; sin embargo, es necesario hacer esfuerzos para evitar que sigan ampliando su distribución e invadiendo espacios. Es importante investigar el territorio para identificar sitios poco o nada impactados, y establecer ahí santuarios para las especies nativas que aún persisten; también es importante incrementar la investigación acerca de la biología de estas especies para favorecer su manejo mediante acciones que se traduzcan en su protección con acciones de cultivo para repoblación. En el caso de las mojarras *Mayaheros urophthalmus*, *Petenia splendida*, *Atractosteus tropicus* y *Centropomus undecimalis* ya se han iniciado estas acciones, pero aún es incipiente su trascendencia.

Paralelamente es necesario el cumplimiento irrestricto de la normatividad existente sobre este aspecto, específicamente de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (CONAPESCA 2007), tanto desde el punto de vista de la importación de organismos para cualquier fin requerido, como desde la perspectiva de aprovechamiento. Finalmente, y considerando que el plecos se ha constituido como la plaga más dañina, es necesario llevar a cabo acciones orientadas hacia su uso como recurso, toda vez que así es tratado en su área natural de distribución y tiene un excelente aprovechamiento integral. Es imprescindible comenzar a usarla en lugar de permitirle su libre desarrollo ante este vergel al que ha sido trasplantado voluntaria o involuntariamente.

Referencias

Amador-del Ángel, L.E. y A.T. Wakida-Kusunoki. 2014. Peces invasores en el sureste de México. En: *Especies acuáticas invasoras en México*. R. Mendoza y P. Koleff (coords.). CONABIO, México, pp. 425-433.

Arias-Rodríguez, L., S. Páramo-Delgadillo y A.L. Durán-González. 2006. Caracterización citogenética del pez tropical de agua dulce *Parachromis managuensis* (Pisces: Cichlidae). *Revista de Biología Tropical* 54(1):35-42.

Arizmendi, E.M.A. 1992. Descripción de algunas etapas larvarias y de la fase adulta de *Centrocestus formosanus* de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 63:1-11.

Armantrout, N.B. 1998. *Glossary of aquatic habitat inventory terminology*. Western Division of American Fisheries Society, Bethesda.

Arredondo, J.L. y M. Guzmán. 1985. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 56(2):555-572.

Arthington, A.H. 1991. The ecological and genetic impacts of introduced and translocated freshwater fishes in Australia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48:33-44.

Arthington, A.H., D.R. Blühdorn y M. Kennard. 1994. Food resource partitioning by *Oreochromis mossambicus*, and two native fishes in a sub-tropical australian impoundment. En: *The Third Asian Fisheries Forum*. L.M. Chou, A.D. Munro, T.J. Lam *et al*. (eds.). The Asian Fisheries Society, Manila, pp. 425-428.

Balirwa, J.S. 2007. Ecological, environmental and socioeconomic aspects of the Lake Victoria's introduced Nile perch fishery in relation to the native fisheries and the species culture potential: lessons to learn. *African Journal of Ecology* 45:120-129.

Barton, D.R., N. Kelton y R.I. Eedy. 2000. The effects of carp (*Cyprinus carpio* L.) on sediment export from a small urban impoundment. *Journal of Ecosystem Stress and Recovery* 8:155-159.

Carrillo, C.E. 1991. *Análisis de la pesca ribereña de 3 especies de cíclidos nativos: Cichlasoma synspilum, Cichlasoma urophthalmus y Cichlasoma motaguense de importancia comercial en el municipio de Jonuta, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Carvalho, G.R. y L. Hauser. 1995. Genetic impacts of fish introductions: a perspective on African lakes. En: *The impact of species changes in african lakes*. T.J. Pitcher y P.J.B. Hart (eds). Chapman and Hall, Londres, pp. 457-485.

Castillo-Domínguez, A., E. Barba, A.J. Navarrete *et al*. 2011. Ictiofauna de los humedales del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical* 59(2):693-708.

Chilton, E.W. y M.I. Muoneke. 1992. Biology and management of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Cyprinidae) for vegetation control: a North American perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2:283-320.

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Publicada el 24 de julio de 2007 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 4 de junio de 2015.

——. 2008. Anuario estadístico de pesca. CONAPESCA, Mazatlán.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2010. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2008. En: ‹*http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario 2008*›, última consulta: 29 de julio de 2014.

——. 2011. Anuario estadístico de Pesca. CONAPESCA, Mazatlán.

——. 2014. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2012. En: ‹*http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2012_zip*›, última consulta: 29 de julio de 2014.

Contreras-Balderas, S. y M.A. Escalante-Cavazos. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. En: *Distribution, biology, and management of exotic fishes*. W.R. Courtenay y J.R. Stauffer (ed.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 102-130.

Cowx, I.G. 2001. Analysis of threats to freshwater fish conservation: past and present challenges. En: *Conservation of freshwater fishes: options for the future*. M.J. Collares-Pereira, M.M. Coelho y I.G. Cox (eds). Fishing New Books, Oxford, pp. 201-220.

Cudmore, B. y N.E. Mandrak. 2004. Biological synopsis of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2705. Fisheries and Oceans Canada, Ontario.

Díaz-Pardo, E. y S. Páramo-Delgadillo. 1984. Dos nuevos registros para la ictiofauna dulceacuícola mexicana. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN* 28:19-28.

Dunseth, D.R. y D.R. Bayne. 1976. Recruitment control and production of *Tilapia aurea* (Steindachner) with the predator *Cichlasoma managuense* (Günther). *Aquaculture* 14:383-390.

Elder, H.S. y B.R. Murphy. 1997. Grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in the Trinity River, Texas. *Journal of Freshwater Ecology* 12:281-291.

Espinosa-Pérez, H y A. Daza-Zepeda. 2005. Peces. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 225-240.

Feinstein, B.J. 2004. Learning and transformation in the context of Hawaian traditional ecological knowledge. *Education Quarterly* 54(2):105-120.

Fernando, C.H. 1991. Impacts of fish introductions in tropical Asia and America. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(1):24-32.

Fitzsimmons, K. 2001. Environmental and conservation issues in tilapia aquaculture. En: *Tilapia: production, marketing and technological developments*. S. Singh (ed.). FAO, Kuala Lumpur, pp. 128-131.

Fuselier, L. 2001. Impacts of *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae) upon habitat segregation among cyprinodontids (Cyprinodontiformes) of a species flock in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 49(2):647-656.

Guillory, V. 1980. *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes), grass carp. En: *Atlas of North American freshwater fishes*. D.S. Lee, S.P. Platania y G.H. Gurgess (eds.). North Carolina State Museum of Natural History, Raleigh, p. 151.

Gutiérrez, F. 2006. *Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.

Gutiérrez-Cabrera, A.E., G. Pulido-Flores, S. Monks y J.S. Gaytan-Oyarsun. 2005. Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoidea: Bothriocephalidae) en peces de Metztitlán, Hidalgo, México. *Hidrobiología* 15(3):283-288.

Hargrave, C.W. y K.B. Gido. 2004. Evidence of reproduction by exotic grass carp in the Red and Washita rivers, Oklahoma. *The Southwestern Naturalist* 49(1):89-93.

Hendrickson, D.A., J.C. Marks, A.B. Moline y A.E. Cohen. 2008. Combinig ecological research and conservation: A case study in Cuatrociénegas, Coahuila, México. En: *Ariland springs in North America. Ecology and conservation*. L.E. Stevens y V.J. Meretsky (eds.). The University of Arizona Press, Estados Unidos, pp. 127-157.

Hernández-Gómez, R.E., L.J. Rangel-Ruiz y S. López-Hernández. 2008. Registro de la larva del tercer estadio avanzado de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Gnathostomidae) en la cuenca del río Usumacinta, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 24(1):61-65.

Hubbs, C., R.J. Edwards y G.P. Garrett. 2008. An annotated checklist of the freshwater fishes of Texas, with keys to identification of species. *Texas Journal of Science* 43(4):1-87.

López-Jiménez, S. 1981. Céstodos de peces I. *Bothriocephalus* (Clestobothrium) *acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 51:69-84.

McCrary, J.K., E.P. Van den Berghe, K.R. McKaye y L.J. López-Pérez. 2001. Tilapia cultivation: a threat to native fish species in Nicaragua. *Encuentro* 58:3-19.

McKaye, K.R., J.D. Ryan, J.R. Staufer *et al*. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua: ecosystem in transition. *Bioscience* 45:406-411.

McKaye, K.R., J.D. Ryan, J.R. Staufer *et al*. 1998. Tilapia africana en el lago de Nicaragua: ecosistema en transición. *Encuentro* 46:46-53.

Mercado-Silva, N., M. R. Helmus y M. J. Vander Zanden. 2008. The effect of impoundment and non-native species on a river food web in Mexico's central plateu. *River Research and Applications* 25(9):1090-1108.

Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2009. Peces dulceacuícolas de México. CONABIO/Sociedad Ictiológica Mexicana A.C./El Colegio de la Frontera Sur/Consejo de Peces del Desierto, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Mooney, A, y E.E. Cleland. 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98:5446-5451.

Morales-Román, M. y R. Rodiles-Hernández. 2000. Implicaciones de *Ctenopharyngodon idella* en la comunidad de peces del río Lacanja, Chiapas. *Hidrobiología* 10(1):13-23.

Morris, J.A. (ed.). 2013. *El pez león invasor: guía para su control y manejo*. Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Florida.

Nico, L.G., H. L. Jelks y T. Tuten. 2009a. Non native suckermouth armored catfish in Florida: description of the nest burrows and burrows colonies with assessment of shoreline conditions. *Aquatic Nuisance Species Research Program Bulletin* 9(1):1-31.

Nico, L.G., W.F. Loftus y J.P. Reid. 2009b. Interactions between non-native armored suckermouth catfish (Loricariidae: Pterygoplichthys) and native Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) in artesian springs. *Aquatic Invasions* 4(3):511-519.

Nirchio, M. y J.E. Pérez. 2000. Riesgos del cultivo de tilapias en Venezuela. *Interciencia* 27:39-44.

Obregón-Barboza, H., S. Contreras-Balderas y M.L. Lozano-Vilano. 1994. The fishes of northern and central Veracruz, Mexico. *Hydrobiologia* 286:79-95.

Okolodkov, Y.B., R. Bastida-Zavala, A.L. Ibáñez *et al*. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar* 11(32):29-67.

Páramo, S., M. Hernández y M. Perera. 2008. Alternativas de aprovechamiento de *Pterygoplichthys pardalis*, mejor conocido como "pez diablo" o "plecos" en Tabasco. En: *Manejo, procesamiento primario y transformación de los productos pesqueros con énfasis en los recursos de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. W.C. Arévalo, C.C. Hernández y M. Mendoza (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa, pp. 65-86.

Reséndez-Medina, A. y M.L. Salvadores. 2000. Peces de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Resultados preliminares. *Universidad y Ciencia* 15(30):141-147.

Salgado-Maldonado, G. y R.F. Pineda-López. 2003. The asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biological Invasions* 5:261-268.

Salgado-Maldonado, G., R. Pineda-López, V.M. Vidal-Martínez y C.R. Kennedy. 1997. A check list of metazoan parasites of cichlid fish from Mexico. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 64:195-207.

Scholz, T. y G. Salgado-Maldonado. 2000. The Introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. *American Midland Naturalist* 143:185-200.

Schüttler, E. y C.S. Karez (eds.). 2008. Especies exóticas invasoras en las reservas de biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las reservas de biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.

Schmitter-Soto, J.J. y C.I. Caro. 1997. Distribution of tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae), and water body characteristics in Quintana Roo, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 45(3):1257-1262.

Stanley, J.G., W. Woodard y D.L. Sutton. 1978. Reproductive requirements and likelihood for naturalization of escaped grass carp in the United States. *Transactions of the American Fishery Society* 107(1):119-128.

Starling, F., X. Lazzaro, C. Cavalcanti y R. Moreira. 2002. Contribution of omnivorous tilapia to eutrophication of a shallow tropical reservoir: evidence from a fish kill. *Freshwater Biology* 47:2443-2452.

Vidal-Martínez, V.M., M.L. Aguirre-Macedo, T. Scholz *et al*. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academy of Sciences of the Czech Republic.

Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, LL. Loope y R. Westbrooks. 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84:468-478.

Zambrano, L., M.R. Perrow, C. Macias-Garcia y V. Aguirre-Hidalgo. 1998. Impact of introduced carp (*Cyprinus carpio*) in subtropical shallow ponds in Mexico. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 6:281-288.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Vertebrados terrestres exóticos

Ena Edith Mata Zayas, Judith Andrea Rangel Mendoza y Stefan Louis Arriaga Weiss

Introducción

Una revisión del grupo de los vertebrados exóticos para México, hecha por Álvarez-Romero y colaboradores (2008), menciona 58 especies de mamíferos introducidos, 30 especies de aves, 11 de reptiles y cinco de anfibios. Éstas cuentan con poblaciones establecidas como comensales, ferales, controladas o silvestres.

De acuerdo con Álvarez-Romero *et al.* 2008, para la entidad no hay información acerca de especies de anfibios que posean el potencial de ser invasoras. El cuadro 1 muestra la lista de reptiles, aves y mamíferos que se consideran potencialmente invasoras. Cabe mencionar que aún no existen estudios que documenten la actuación de dichas especies exóticas como invasoras; sin embargo, es importante tenerlas presentes, pues cualquier especie introducida puede comportarse como invasora si encuentra las condiciones, en particular bajo las condiciones de cambio global que enfrenta el planeta (Kolar 2004).

Reptiles

Se ha documentado la presencia de al menos 10 especies introducidas en el estado (cuadro 1). Las especies de reptiles a las que se hace mención son cuijas o geckos de las especies *Hemidactylus frenatus* (figura 1), *H. mabouia y H. turcicus*, lagartija chipojo *(Norops sagrei,* sinónimo *Anolis sagrei*; figura 2), serpiente enana ciega (*Ramphotyphlops braminus*), tortuga japonesa o hicotea de orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*) y tortuga mapa (*Graptemys* spp.), culebra prieta *(Drymarchon corais melanurus*), pitones (*Phyton* spp.) y boas (*Boa* spp.). Individuos de estas especies se han registrado principalmente en sitios perturbados, dentro o en la periferia de centros urbanos, e incluso en ambientes más conservados.

Aves

En nuestro país se han registrado 32 especies de aves exóticas (Álvarez-Romero *et al.* 2008). La avifauna de Tabasco cuenta con cuatro especies exóticas: garza chapulinera o garrapatera (*Bubulcus ibis*), paloma doméstica (*Columba livia*), estornino (*Sturnus vulgaris*) y gorrión inglés (*Passer domesticus*), de las que no se conoce el impacto que tienen sobre las nativas. El establecimiento de estas especies en la entidad se debe, principalmente, a la ampliación de su distribución geográfica (Arriaga-Weiss 2011).

Mamíferos

A escala nacional, el grupo de los rumiantes (orden Artiodactyla) es el más representativo, particularmente en el norte del país (Álvarez-Romero *et al.* 2008). Los impactos más severos ocasionados por mamíferos introducidos se presentan en la islas del noroeste de México, en donde 12% de las aves endémicas y 20% de los mamíferos endémicos se han extinguido por la presencia de mamíferos invasores, como roedores, gatos y perros ferales (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009). En Tabasco se mencionan nueve especies de mamíferos introducidos con potencial de invasor (cuadro 1), incluidas en cinco órdenes y seis familias. Hasta este momento no se ha evaluado la distribución y abundancia de especies de mamíferos exóticos, ni los efectos e impactos que pueden tener sobre los hábitats donde se distribuyen o sobre las especies nativas silvestres asociadas. En general, a nivel de hábitats y ecosistemas se sabe que la crianza de vacas, borregos y conejos ha favorecido la destrucción del hábitat, lo que ocasiona un efecto cascada sobre las cadenas tróficas, y afecta las comunidades de plantas y animales que dependen

Mata-Zayas, E.E., J.A. Rangel-Mendoza y S.L. Arriaga-Weiss. 2019. Vertebrados terrestres exóticos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 130-134.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Geko (*Hemidactylus frenatus*). Foto: Diana Ivette Triana Ramírez.

Figura 2. Lagartija chipojo (*Anolis sagrei*). Foto: Marco Antonio Torrez Pérez.

Figura 3. *Drymarchon corais melanurus*. Foto: Diana Ivette Triana Ramírez.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Vertebrados terrestres exóticos.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Origen	Observaciones
Reptiles				
	Norops sagrei; sinónimo *Anolis sagrei*	Lagartija chipojo	Cuba, Bahamas e islas aledañas	Lagartijas de la familia Polychrotydae. Para el estado, se ha reportado su existencia cerca de los límites entre Tabasco y Campeche (Lee 1996). Su presencia como taxón exótico puede originar desplazamiento de otras especies de *Anolis* por competencia, depredación, etc. Esta especie se adapta muy bien a ambientes perturbados, por lo que se considera muy negativo el efecto de su presencia (Campbell 2000, Álvarez-Romero *et al.* 2008)
	Hemidactylus frenatus	Cuija, gecko, salamanquesa	Islas del océano Pacífico (Java)	Lagartijas de la familia Gekkonidae. Frecuentemente se encuentran en interiores de sitios urbanizados, donde recorren paredes y techos en busca de mosquitos y otros insectos como alimento. Tienen hábitos principalmente nocturnos. Se presume que ingresaron a México a través de cargamentos de barcos, y se dispersaron por toda la república a través de diversos medios de transporte (Schmidt-Ballardo y Mendoza-Quijano 1996). El efecto de la invasión de estas lagartijas no es notorio, pero se infiere que compiten por alimento y espacio con otros geckos nativos como *Sphaerodactylus glaucus* y *S. millepunctatus,* pues se les ha registrado en ambientes naturales en el estado (Barragán-Vázquez 2006, CONABIO 2010)
	Hemidactylus turcicus	Cuija, gecko, salamanquesa	Asia, África y costas del Mediterráneo	
	Hemidactylus mabouia	Cuija, gecko, salamanquesa	Centro y Sur de África	
	Ramphotyphlops braminus	Serpiente enana ciega	Sur y sureste de Asia, norte de África	Es un reptil de la familia Typhlopidae. Se encuentra frecuentemente en jardines y zonas verdes en áreas urbanas. Esta serpiente es frecuentemente confundida con las lombrices de tierra por su apariencia y porque habita ambientes ricos en hojas en descomposición y tierra húmeda, donde permanece escondida y difícilmente se hace visible. Es probable que su éxito radique en la abundante cantidad de huevos que pone, y la posibilidad de las hembras de reproducirse por sí solas, sin copular con machos (partenogenéticas). Los efectos de esta especie sobre los ecosistemas naturales son mínimos, lo que ha permitido que coexiste sin mayor competencia con otras especies nativas (Álvarez-Romero *et al.* 2008)
	*Trachemys scripta elegans**	Tortuga japonesa o hicotea de orejas rojas		Familia Emydidae. Es un animal de venta común en las tiendas de mascotas (se adquieren como crías), y pueden alcanzar tallas de 30 a 40 cm de longitud. Frecuentemente es liberada al ambiente, y puede competir con especies de tortugas con hábitos similares (Lowe 2004, ISSG 2005). En Tabasco, se han recolectado ejemplares de estas tortugas de orejas rojas en el medio natural, en los municipios Centro y Emiliano Zapata (SNIB/CONABIO 2011). Las poblaciones de hicotea nativa (*Trachemys venusta*) presentan el mayor riesgo de afectación, porque sus hábitos son muy parecidos a los de la tortuga de orejas rojas. Los efectos probables serían la competencia por alimento, sitios de reproducción y asoleamiento; transmisión de enfermedades, parásitos e hibridación (mezcla de especies mediante reproducción) entre la hicotea introducida y la autóctona (Lowe 2004)
	Graptemys sp.	Tortuga mapa	Estados Unidos	Familia Emydidae. Son tortugas exóticas muy apreciadas como mascota, se conocen como tortugas "mapa" (*Graptemys*). Son originarias de Estados Unidos y comercializadas en todo el mundo. Se considera que pueden convertirse en invasoras. En Tabasco aún no hay registros en vida libre; sin embargo, se adaptan hábilmente a nuevos entornos, donde pueden competir con las especies de tortugas dulceacuícolas
	Drymarchon corais	Tilcuate, culebra prieta, arroyera	Estados Unidos, México	Familia Colubridae. En la base de datos SNIB/CONABIO, se reconoce como exótica para el estado.
	Phyton spp.	Pitón	Asia	Son comunes como mascotas, como la pitón bola (*Phyton regius*), pitón reticulado (*P. reticulatus*) y pitón burmés (*P. molurus*). Estas especies alcanzan hasta los 5 m de longitud, los ejemplares de gran talla puede volverse indeseados en los hogares y entonces son liberados al medio natural. Son depredadores de todo tipo de vertebrados, por lo que son considerados potencialmente invasores. Hasta el momento, no se tienen registros de captura de pitones en vida silvestre en la entidad
	Boa constrictor	Boa	Desde el centro de México hasta Argentina	Las diferentes subespecies de *Boa constrictor* se manejan como mascotas; se han descrito 11 subespecies. Algunas subespecies son diferentes de la que se distribuye naturalmente en el estado (*B. c. imperator*), por lo que la liberación, intencional o accidental de organismos mascotas puede ocasionar la alteración de las características genéticas de los organismos propios de la región
Aves				
	Bubulcus ibis	Garza chapulinera o garrapatera	Europa y Asia	Garza terrestre, originaria de Europa y África. Es muy común, se encuentra predominantemente en pastizales y asociada al ganado bovino. Se alimenta de chapulines y otros invertebrados. Se considera que puede competir por sitios de anidación con otras especies de garzas y por alimento con otras aves insectívoras (Ehrlich *et al.* 1988)
	Columba livia	Paloma doméstica	Europa, África y Asia	Familia Columbidae. Actualmente su rango de distribución se ha ampliado a casi todo el mundo. Ésta es una de las especies dominantes en las áreas urbanas del estado. Por su gran abundancia puede competir e incluso desplazar a otras especies granívoras nativas. Desde un punto de vista sanitario, las grandes concentraciones de individuos de esta especie causan molestias en espacios abiertos, debido a sus excrementos, esto puede causar daño tanto a la salud humana como a infraestructuras

* Considerada entre las 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (ISSG 2005). Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Continuación.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Origen	Observaciones
	*Sturnus vulgaris**	Estornino	Europa y Asia	Especie introducida a Norteamérica en 1890 y se adapta a condiciones urbanas y zonas agrícolas. En Tabasco el estornino es poco abundante, a diferencia de otras regiones del país, lo que puede deberse a que no compiten con éxito con los zanates (*Quiscalus mexicanus*), especie nativa muy agresiva y territorial. Es importante reconocer la presencia del estornino en el estado, pues actualmente es considerada como una de las especies de aves invasoras más peligrosas a escala mundial (Savard *et al.* 2000).
	Passer domesticus	Gorrión inglés	Europa	Introducida a Norteamérica en 1850, en donde comenzó a ampliar su rango de distribución. Las zonas urbanas constituyen su hábitat principal. Si bien es poco abundante en Tabasco, se considera como una especie altamente competidora por alimento y sitios de anidación en toda su area de distribución
Mamíferos				
	Canis lupus subsp. *familiaris*	Perro doméstico	Europa y Asia	Familia Canidae. Su presencia se encuentra muy asociada a las poblaciones humanas, manteniendo una relación de tipo comensal. Su efecto más negativo es como depredador de aves, reptiles y algunos mamíferos, sobre todo pequeños y medianos. También compiten con algunos depredadores naturales (como zorrillos, coyotes y mapaches). Esta competencia hace que los perros puedan potencialmente desplazar a los carnívoros nativos. Son portadores de parásitos y enfermedades cuyas consecuencias en la fauna nativa han sido poco estudiadas. Además, esta especie es portadora de gran cantidad de enfermedades y parásitos transmisibles al ser humano (Álvarez-Romero *et al.* 2008). No hay estudios sistemáticos que documenten poblaciones ferales en la entidad
	*Felis silvestris**, sinónimo *Felis catus*	Gato doméstico	Península Ibérica, norte de África, Asia	Familia Felidae. Es sabido que la presencia de gatos en los ambientes naturales que rodean los núcleos poblacionales ocasiona un gran impacto sobre poblaciones de otros mamíferos pequeños (como ratas y ratones de campo, ardillas, tlacuaches, etc.), reptiles, anfibios, aves y algunos microinvertebrados. Son excelentes depredadores, y tienen un gran potencial reproductivo. El gato doméstico también es competidor potencial con otros carnívoros nativos. Esta especie es portadora y eficiente transmisora de numerosas enfermedades y parásitos, algunas de las cuales se transmiten al mismo ser humano. (Brickner 2003, Álvarez-Romero *et al.* 2008). No hay estudios sistemáticos que documenten poblaciones ferales en la entidad; sin embargo, la posibilidad de que existan es alta, pues es frecuente observarlos en diferentes ambientes del estado
	Rattus norvegicus	Rata noruega, rata café	Europa	Son las ratas y ratones domésticos. Pertenecen a la familia Muridae. Estas especies se encuentran en prácticamente todo el mundo. Los ratones domésticos son considerados un factor de riesgo para las poblaciones de aves que anidan en el suelo, ya que son depredadores de huevos. Pueden competir con otras especies de pequeños roedores nativos o afectar sus poblaciones por la transmisión de enfermedades y parásitos. *Mus musculus* causa daños a la agricultura, pues puede convertirse en plaga de cultivos y en granos almacenados; contamina los alimentos y destruye construcciones de madera, muebles, ropa, etc. Han contribuido con la expansión de enfermedades como tifoidea, salmonelosis, plaga bubónica, entre otras. Además de los impactos anteriores, las ratas son portadoras de leptospirosis, triquinosis y fiebre por mordida. Las ratas pueden llegar a ser un importante competidor con otras especies de roedores o pequeños mamíferos (Nowak 1991, Jaksic 1998, Álvarez-Romero *et al.* 2008). No se ha documentado la situación y el impacto de estas especies en el estado; sin embargo, en ocasiones se colectan en centros urbanos y ambientes perturbados. El grupo de los roedores múridos nativos es un grupo poco estudiado en Tabasco, además de que la colecta es poca, por lo que los efectos que las especies de roedores exóticos puedan tener sobre las especies nativas es un área de investigación importante
	*Rattus rattus**	Rata negra, rata casera	India	
	*Mus musculus**	Ratón casero	Europa y Asia	
	Equus caballus	Caballo doméstico	Europa y Asia central	Familia Equidae. El impacto de la presencia de los caballos y burros en los ecosistemas ha sido ampliamente estudiado. Se mencionan el probable desplazamiento de otras especies de ungulados por competencia o el efecto destructivo que tienen sobre la vegetación nativa por sobrepastoreo, lo que afecta a los animales silvestres que se alimentan de dicha vegetación; además son portadores y transmisores de enfermedades y parásitos a fauna nativa (Abella 2008). En Tabasco, ejemplares de caballos son frecuentemente fotografiados por cámaras trampa, en estudios de mamíferos mediante esta técnica
	Equus asinus	Burro, asno	Norte de África	
	*Sus scrofa**	Cerdo doméstico	Europa y Asia	Familia Suidae. En México, esta especie se encuentra a lo largo de todo el territorio, y se han reportado varias poblaciones ferales, principalmente en el norte (Álvarez-Romero *et al.* 2008). La presencia de cerdos puede causar alteraciones al ecosistema al suprimir especies sensibles y facilitar la invasión por especies exóticas. Los cerdos pueden ocasionar daños ecológicos a largo plazo, además de que pueden ser importantes agentes transmisores e incluso amplificadores de enfermedades exóticas, tales como algunas infecciones virales de patas y boca (Mitchell 1998).
	Bos taurus, sinónimo *Bos indicus*	Res, cebú	Europa y Asia	Familia Bovidae. Tabasco se encuentra entre los estados con mayor densidad de ganado bovino. Altas densidades, puede tener un efecto muy importante en la modificación de la abundancia y en la composición de las comunidades vegetales nativas. La presencia de ganado doméstico ha tenido notables consecuencias en las comunidades riparias de aves, reptiles y plantas (Beever y Brussard 2000). Esto es particularmente relevante para un estado con importantes ríos. En la entidad, ejemplares de esta especie son frecuentemente fotografiados por cámaras trampa, en estudios sobre mamíferos nativos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de ellas (Simberloff 2010). Los perros y gatos, además de ser depredadores, pueden competir potencialmente con otros carnívoros nativos, como mapaches (*Procyon lotor*), jaguaroundis (*Herpailurus yagouaroundi*) y zorrillos; además, son portadores y transmisores de gran cantidad de enfermedades y parásitos que pueden afectar a la fauna nativa, e incluso a los humanos. El gato doméstico (*Felis silvestris*), la rata negra (*Rattus rattus*), el ratón casero (*Mus musculus*), y el cerdo doméstico (*Sus scrofa*), están considerados entre las 100 especies exóticas invasoras más significativas a escala mundial (ISSG 2005).

Referencias

Abella, S.R. 2008. A systematic review of wild burro grazing effects on Mojave Desert vegetation. *Environmental Management* 41(6):809-819.

Álvarez-Romero, J., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita *et al*. 2008. *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. CONABIO/Instituto de Ecología-UNAM/SEMARNAT, México.

Aguirre-Muñoz, A., R. Mendoza-Alfaro, M. Elías-Gutiérrez *et al*. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: *Capital natural de México, Vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio*. R. Dirzo, R. González y I.J. March (comp.). CONABIO. México, pp. 277-318.

Arriaga-Weiss, S.L. 2011. Profesor investigador, DACBiol-UJAT. Comunicación personal, abril.

Barragán-Vázquez, M.R. 2006. Anfibios y reptiles de dos ambientes en la Sierra de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco. *Kuxulkab'* 11(22):65-69.

Beever, E.A. y P.F. Brussard. 2000. Examining ecological consequences of feral horse grazing using exclosures. *Western North American Naturalist* 60(3):236-254.

Brickner, I. 2003. The impact of domestic cat (*Felis catus*) on wildlife welfare and conservation: a literature review. With a situation summary from Israel. En: ‹*http://www.tau.ac.il/lifesci/zoology/members/yom-tov/inbal/cats.pdf*›, última consulta: 12 de marzo de 2013.

Campbell, T. 2000. The brown anole *Anolis sagrei*. Institute for the Study of Invasive Species. En: ‹*http://www.tsusinvasives.org/database/brown-anole*.html›, última consulta: 6 de mayo de 2013.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. Sistema de información sobre especies invasoras en México. En: ‹*http://www.conabio.gob.mx/invasoras*›, última consulta: 11 de enero de 2011.

Ehrlich, P.R., D.S. Dobkin y D. Wheye. 1988. *The birder's handbook*. Simon and Schuster, Nueva York.

ISSG. Invasive Specialist Species Group. 2005. Latest news. En: ‹*http://www.issg.org/*›, última consulta: 10 de enero de 2011.

Jaksic, F.M. 1998. Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile. *Biodiversity and Conservation* 7:1427-1445.

Kolar, C. 2004. Risk assessment and screening for potentially invasive fishes. New Zealand. *Journal of Marine and Freshwater Research* 38:391-397.

Lee, J. 1996. *The amphibians and reptiles of the Yucatán peninsula*. Cornell University Press, Nueva York.

Mitchel, J. 1998. The effectivness of aerial baiting for the control of feral pigs (*Sus scrofa*) in North Queensland. *Wildlife Research* 25:297-303.

Nowak, R.M. 1991. *Walker's mammals of the world*. The Johns Hopins University Press, Baltimore.

Savard, J.P.L., P. Clergeau y G. Mennechez. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48:131-142.

Simberloff, D. 2010. Invasive species. En: *Conservation biology for all*. N.S. Sodhi y P.R. Ehrlich (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 131-152.

Schmidt-Ballardo, W. y F. Mendoza-Quijano. 1996. Range extensions for *Hemidactylus frenatus* in Mexico. *Herpetological Review* 27:40.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sobreexplotación de la biodiversidad

Georgina Vargas Simón, Luis Felipe Zamora Cornelio, Beatriz Morales García, Pedro Díaz Jiménez, Cristian Tovilla Hernández, Claudia Elena Zenteno Ruiz y León David Olivera Gómez

Introducción

El concepto *sobreexplotación* se aplica cuando el uso intensivo de un recurso excede la tasa de recuperación de una especie (Courchamp *et al*. 2006). Desde su aparición en la Tierra, el ser humano ha aprovechado diversos organismos animales y vegetales para su supervivencia, pero con el incremento demográfico y la demanda de recursos, las poblaciones de algunos organismos han disminuido; algunos se extinguieron y otros están en situación de amenaza. La sobreexplotación es la segunda amenaza que más impacta a las especies silvestres debido a la extracción de poblaciones sin oportunidad de regeneración, lo que también se observa en la caza de animales y en la pesca desmesurada (CBD 1992, Courchamp *et al*. 2006).

A continuación se presenta una revisión histórica de la sobreexplotación de la biodiversidad de Tabasco.

Recursos maderables

Durante el siglo XVIII inició la sobreexplotación de troncos de tinto (*Haematoxylon campechianum*) en Tabasco. En 1786 se contabilizaron 163 buques cargados de troncos de esta madera para la extracción europea del tinte; entre 1784 y 1787 se registró un embarque de 358 400 quintales (aproximadamente 16 500 t), sin incluir la extracción de contrabando (Ruz 2001).

La sobreexplotación de recursos maderables del siglo XIX propició el declive de la actividad forestal hacia finales de esa centuria. Los municipios donde se asentaron los primeros madereros fueron Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo y Paraíso (West *et al*. 1985, Capdepont-Ballina 2008). Desde el principio, el aprovechamiento, explotación y uso de las maderas ha sido dividido en dos tipos: las preciosas por excelencia, como cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophyla*), y las mal llamadas *corrientes tropicales* o *poco conocidas*, prácticamente eliminadas por no cumplir con las características y volumen exigidos para su exportación a Europa. Las primeras poseen atributos que favorecen su transformación en productos de atractivo acabado, en tanto que las restantes son menos utilizadas para su industrialización. Entre las especies con poco aprovechamiento están el chechén negro (*Metopium brownei*), chicozapote (*Manilkara sapota*), caobilla (*Acosmium panamense*), palo mulato (*Busera simaruba*) y guayacán (*Tabebuia chrysantha*). Cabe destacar que no existen datos exactos acerca de los volúmenes y especies de madera cortada en aquellos tiempos, pero queda claro que la sobreexplotación de cortes selectivos disminuyó la cobertura forestal en la entidad, aunque existen otras causas asociadas a este proceso, como la urbanización, ganaderización y los incendios forestales.

Ante la escasez de caoba y cedro, actualmente se emplean muchas otras especies para atender la demanda de los mercados local, regional y nacional. Los volúmenes de aprovechamiento no figuran en las estadísticas forestales del estado, y sólo aparecen las especies más utilizadas (Zamora 2003, Caballero 2010). Esto porque muchas se utilizan en carpinterías de comunidades rurales en las que se agrega valor a la madera mediante la manufactura local. Estudios acerca del uso y aprovechamiento de las maderas tropicales revelan que son escasas la caoba, cedro, cesniche (*Lippia myriocephala*) y caracolillo (*Ormosia macrocalix*), que tienen una gran cantidad de usos en la carpintería y ebanistería. Por lo anterior, se ha difundido

Vargas-Simón, G., L.F. Zamora-Cornelio, B. Morales G., P. Díaz-Jiménez, C. Tovilla-Hernández, C.E. Zenteno-Ruiz y L.D. Olivera-Gómez. 2019. Sobreexplotación de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 135-142.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

el uso de entre 25 a 50 especies forestales para subsanar la sobreexplotación de las maderas preciosas (Melchor 1988, Zamora 2003; véase Uso de árboles maderables en zonas rurales de la Chontalpa, en esta obra).

Los manglares

A pesar de la importancia ecológica que tienen para la mayoría de los países costeros tropicales de América Latina, los ecosistemas de manglar han sufrido una acelerada explotación, lo que amenaza la sustentabilidad de sus recursos (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1999). En el golfo de México, buena parte de la disminución de las áreas de manglar se debe a la explotación petrolera y a la ganadería (Vázquez *et al.* 1996). Sin duda, la sobreexplotación es otro de los factores determinantes, y existen testimonios de que hubo grupos humanos al interior de los manglares antes de la llegada de los conquistadores; así lo demuestran los restos de conchas, punzones y pedernales encontrados al interior de esos ecosistemas, lo que indica su valor cultural para las comunidades humanas de los últimos 2 000 años (Jiménez 1994).

La madera extraída de este ecosistema se utiliza, primordialmente, en la construcción de casas-habitación, pequeños embarcaderos, barcazas, utensilios de pesca y del hogar, cercas y entramados destinados al encierro de peces y camarones, así como para diversos fines de manera directa e indirecta (cuadro 1). La forma directa es el beneficio económico que se recibe por la explotación de los recursos naturales presentes; por ejemplo, pesca, acuacultura, ecoturismo, cuando son talados para la extracción de madera y utilizados en postería, cimbra para construcción, como carbón y leña (Hernández *et al.* 2005), en la construcción de galerías para secado de tabaco y extracción de taninos (Kovacs *et al.* 2001), así como en la elaboración de "tapos" en pesquería (trampas de fabricación artesanal para el camarón; Morales 2010).

También son útiles como carbón, leña y para cocer ladrillos, con fines de consumo familiar o como una alternativa para complementar el ingreso de muchos pobladores.

Los usos indirectos son todos los valores funcionales del sistema o los servicios que provee a sistemas adyacentes, como la aportación como centros de crianza de gran cantidad de especies de importancia comercial para la pesca, ya que la epidermis de las hojas del manglar funciona como alimento de los camarones

Cuadro 1. Usos del manglar, productos directos e indirectos.

Clasificación	Usos	Productos
Directos		
	Energía-combustible	Leña para cocinar
		Leña para ahumar pescado
		Leña para ladrillos
		Carbón
		Alcohol
	Construcción	Madera para construcción pesada
		Rieles de tren
		Cimbra para construcción
		Madera para pisos
		Material para construcción de botes
		Postes para cercas
		Tuberías para agua
		Pegamentos y gomas
	Pesca	Postes para atrapar peces
		Boyas para pesca
		Venenos para pesca
		Taninos para conservar las redes
		Albergues para atrapar peces
	Agricultura	Forraje
		Abonos verdes
	Producción	Papel
		Cajas de embalaje
	Alimento, medicina y bebida	Azúcar
		Bebidas
		Aceite cocina
		Vinagre
		Bebidas fermentadas
		Condimentos de la corteza
		Endulcificante de propágulos
		Verduras de propágulos
		Hojas o frutas
		Envoltura de cigarrillo
		Medicina de hojas, corteza y frutos
	Cosas para el hogar	Muebles
		Camas
		Aceite para el cabello
		Herramientas domésticas
		Morteros para arroz
		Juguetes
		Palillos de fósforo
		Incienso
	Textiles	Fibras sintéticas
		Colorantes para el agua
		Taninos para la curtiembre
Indirectos		
	Moluscos	Alimento
	Crustáceos	Alimento
	Abejas	Miel y cera
	Peces	Alimento
		Abono
	Anfibios	Alimento
	Reptiles Aves Mamíferos	Observación (recreación)
		Piel y plumas

Fuente: Hamilton y Snedaker 1984.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

y también se transforman en nutrientes que promueven el crecimiento de fitoplancton. Este proceso es el inicio de la cadena alimenticia del que dependen camarones, peces, cangrejos, crustáceos y ostras (Aniyar 2003). También actúan como sistemas naturales de control de inundaciones, barreras de huracanes e intrusión salina, así como control de erosión y protección de costas; además, mejoran la calidad del agua, ya que funcionan como filtro biológico al remover nutrientes y toxinas, contribuyen a prevenir la formación de suelos ácidos, generan condiciones de microclima, contribuyen a mantener sistemas y procesos naturales como respuesta a cambios en el nivel del mar, reservorios de carbono y mantienen los procesos de acreción, sedimentación y formación de turbas (Macnae 1974, Norudin 1987). Se calcula que por cada hectárea de manglar destruido se pierden alrededor de 800 kg de camarón y peces de importancia comercial al año (Turner 1977).

A pesar de que la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla es una de las regiones más importantes por su ecosistema de manglar, la problemática continúa y se carece de datos precisos de su uso intensivo, necesarios para implementar estrategias de aprovechamiento sustentable.

Recursos forestales no maderables

West *et al.* (1985) comentan que, en el estado, en la época colonial se explotaban plantas como la pita (*Aechmea magdalenae*), por su fibra útil para confeccionar prendas de vestir y cuerdas; la zarzaparrilla (*Smilax* sp.), importante por su raíz medicinal (como purgante y para enfermedades venéreas), y la pimienta tabasco, (*Pimenta dioica*) llamada *allspice* por su agradable sabor. Actualmente se desconoce el estado de las primeras especies; y en el caso de la pimienta existe el cultivo con problemas económicos sobre todo por el bajo precio de venta, pero no hay evidencia de sobreexplotación.

Adicionalmente, una planta conocida como barbasco (*Dioscorea composita* y *D. bartletii*) fue muy explotada de los años treinta a los cincuenta por la utilidad de sus compuestos en el proceso de sintetizar anticonceptivos. Afortunadamente, se encontraron sustitutos de estas especies, por lo que dejaron de ser empleadas de forma masiva (Hinke 2008). Un grupo muy explotado son las palmas, ya que sus hojas sirven para construir techos habitacionales; otras por sus tallos tiernos, inflorescencias y por sus frutos. Ocasionalmente, el tallo se utiliza como seto y para construcción. De las 86 a 100 especies reportadas para México, 23 son útiles en Tabasco (Magaña 2007, Pérez *et al.* 2007), cuatro de estas bajo protección especial (Pr), siete amenazadas (A) y una en peligro de extinción (*Chamaedorea tuerckheimii*; P). Es importante resaltar que la guayita de río (*Chamaedorea cataractarum*) es endémica (SEMARNAT 2010). En el listado de la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT 2002) se encontraban la chapaya y el tepejilote; actualmente cambió su estatus y quedaron fuera de la lista al comprobarse que sus poblaciones ya no están amenazadas (cuadro 2); sin embargo, se debe considerar que, al utilizar los tallos y los frutos, se disminuye la probabilidad de crecimiento y de propagación respectivamente, lo que ocasiona su disminución generalizada.

Otro ejemplo de planta sobreexplotada es el motusay (*Philodendron radiatum*), herbácea usada por los grupos étnicos chol y zoque del municipio Tacotalpa. De esta se aprovechan sus raíces adventicias para elaborar artesanías. Es una especie trepadora (hemiepífita) de la familia Araceae (Croat 1997); crece en forma natural en las selvas del estado sobre tallos, ramas de árboles, así como en pendientes rocosas y palmas (Bunting 1965).

En los últimos años las poblaciones de esta especie han sido muy afectadas por diferentes actividades humanas, como la sobreexplotación y mal manejo en el proceso de extracción de sus raíces, así como la tala de árboles hospederos en superficies utilizadas para la agricultura y ganadería (Díaz-Jiménez 2006). En algunas comunidades del municipio fueron implementados programas de desarrollo por diversas instituciones gubernamentales, privadas y de investigación, con la finalidad de apoyar a los productores y artesanos, iniciativas que resultaron insuficientes o que han dejado de operar. Desafortunadamente, no existen programas que apoyen la producción y el rescate de la especie; sin embargo, se considera que antes se debe tener un estudio acerca de su estatus, fenología y propagación para establecer un programa exitoso de rescate y aprovechamiento sustentable.

Sobreexplotación de fauna silvestre

Tortugas dulceacuícolas

En Tabasco, al igual que en el resto del sureste de México, las tortugas dulceacuícolas representan uno

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Relación de palmas sobreexplotadas en el estado.

Especie	Autor específico	Nombre común	Usos	Categoría de protección NOM-059
Astrocaryum mexicanum	Liebm. ex Mart.	Chapaya	Comestible: parte apical tierna del tallo, inflorescencias tiernas; construcciones pequeñas	Ninguna
Bactris balanoidea	(Oerst.) H. Wendl.	Chiquiyul, jahuacte	Construcción; fruto comestible	Pr
Calyptrogyne ghiesbreghtiana	(Linden & H. Wendl.) H. Wendl.	Guanito de taliz	Material de construcción; ornamental	A
Chamaedorea alternans	H. Wendl.	Guaya de hacienda	Comestible: inflorescencia masculina; ornamental	A
Chamaedorea tepejilote	Liebm.	Tepejilote	Comestible: inflorescencias tiernas	Ninguna
*Chamaedorea cataractarum**	Mart.	Guayita de río	Ornamental y la inflorescencia masculina es comestible	A
Chamaedorea elatior	Mart.	Matambilla lisa	Cestería	A
Chamaedora ernesti-augusti	H. Wendl.	Cola de pescado	Ornamental	A
Chamaedorea sartorii	Liebm.	Mojtoy	Comestible: inflorescencia masculina; ornamental	A
Chamaedorea tuerckheimii	(Dammer) Burret	Camedor guonay	Ornamental	P
Cryosophila argéntea	Bartlett	Escobillo	Comestible: parte apical tierna del tallo; medicinal; para elaborar escobas	A
Reinhardtia gracilis	(H. Wendl.) Drude ex Dammer	Coquito	Ornamental; frutos comestibles	Pr
Roystonea dunlapiana	P.H. Allen	Palma real	Ornamental; construcción	Pr
Roystonea regia	(Kunth) O.F. Cook	Palma real	Ornamental; construcción	Pr

A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial, P = peligro de extinción. * Endémica. Fuente: Pérez *et al.* 2007, Magaña 2007, 2010, Centurión *et al.* 2008, SEMARNAT 2010.

de los grupos de vertebrados acuáticos más importantes para obtener proteína animal; asimismo, son un recurso de alto valor económico, por lo que es aprovechado por comunidades rurales vinculadas al uso tradicional de los humedales (Garibay *et al.* 1988). La tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) es la especie más preciada por su tamaño, calidad de carne y valor comercial (figura 1) y, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 está catalogada en peligro de extinción porque han disminuido drásticamente su área de distribución y el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional, lo que pone en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural. En el ámbito internacional, se sitúa en el Apéndice II de la Convención Internacional del Comercio de Especies Amenazadas (CITES 2011) y en Peligro Crítico de Extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2009). La Turtle Conservation Fund (2002) la ubica entre las 25 especies de mayor riesgo de desaparecer a escala global.

El único reporte oficial de la demanda de tortugas en el estado es un registro de 1985 (antes de la veda total), sobre la captura de 20 t/año (Tello 1988). Se ha documentado la recolecta furtiva de sus huevos (Arizpe 1986); asimismo, Guichard (2006) reportó que en todos los ríos donde aún habita se lleva a cabo una pesca excesiva, a lo que se suma la perturbación por el paso de lanchas de motor, contaminación, pérdida o cambios en la cobertura vegetal original. También es de conocimiento público que existe un contrabando de Guatemala a Tabasco y, en la década de los ochenta, esta actividad se llevaba a cabo en las carreteras. De acuerdo con entrevistas a inspectores de la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA), la mayoría de las tortugas blancas vendidas y consumidas en la entidad durante los últimos cinco años provienen de Guatemala y son introducidas de manera ilegal a Tabasco (CONABIO 2009).

Actualmente no son suficientes las restricciones legales para aprovechar las poblaciones silvestres de las tortugas y asegurar la permanencia del recurso, ya que existien conflictos entre comunidades y autoridades derivados del aprovechamiento tradicional; en particular por el uso del fuego, que es una práctica ancestral de captura de quelonios, debido al daño que ocasionan al ecosistema y a las propiedades privadas o ejidales (cercas o pérdida de vegetación remanente utilizadas como áreas de sombra para el ganado) según Zenteno *et al.* (2004).

La tortuga blanca es muy demandada para su consumo, no solamente por la gente del lugar donde la pescan, también por quienes viven en las cabeceras municipales y en la capital del estado. La escasez y

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. La tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) es la especie de tortuga dulceacuícola en mayor riesgo de desaparecer en Mesoamérica. Fotos: Claudia Zenteno Ruiz.

calidad de su carne hace que los ejemplares tengan altos precios, lo que significa un ingreso económico inmediato al pescador; sin embargo, dado su ciclo de vida y características reproductivas, la captura intensiva de la especie ha provocado la disminución de la capacidad de crecimiento poblacional y la declinación de las poblaciones silvestres (Zenteno 2011).

El manatí (*Trichechus manatus*)

Bradley (1983) y McKillop (1985) hicieron una revisión importante de la explotación prehispánica del manatí (figura 2) en Mesoamérica y en áreas adyacentes del Caribe, y ubicaron múltiples sitios con vestigios arqueológicos que evidencian el aprovechamiento de la especie por esas culturas. Adicionalmente, McKillop (1985) encontró datos anecdóticos acerca de la explotación del manatí en los viajes de los primeros europeos y durante la etapa colonial. El periodo de los piratas propició la captura de estos animales para el aprovisionamiento de los barcos y porque los conquistadores europeos lo consideraban un pez que podía ser comido durante la cuaresma (De Landa 2000). Por el grosor de su piel se utilizó para fabricar látigos, sillas de montar y aparejos pecuarios durante la ocupación española. No existen registros confiables de la cantidad de manatíes aprovechados durante estos periodos pero, por ejemplo en Yucatán, en algún momento de la colonia se consideró diezmada la especie (Stephens 1841).

Lo intricado de los sistemas hidrológicos en la región y las condiciones extremas de los pantanos y selvas húmedas de las zonas bajas de Tabasco, norte de Chiapas y sur de Campeche, pudo ser un factor que frenó el exterminio de la especie en el sur del golfo de México, a diferencia de Yucatán y Veracruz. Exploradores y naturalistas de los siglos XIX y XX reportaron presencia significativa de animales en esta última región y refieren la persistencia de su caza en el México moderno (Rovirosa 1885, Lluch 1965, Campbell y Gicca 1978, Villa-Ramírez y Colmenero-Rolón 1981). La veda indeterminada de la especie decretada en 1921 en México (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1992) también es un indicador de la preocupación por su sobreexplotación en nuestro país. Estudios genéticos recientes, aunque preliminares, evidencian una reducción poblacional drástica y una fragmentación en su dinámica metapoblacional, escenario que encuadra con la hipótesis de una sobreexplotación intensa en el pasado reciente (Medrano-González *et al*. 1998).

Conclusión y recomendaciones

La sobreexplotación de las especies mencionadas ha sido una de las principales causas de la disminución en sus poblaciones y casi desaparición. Se destaca la escasez de estudios en los que se revise el estatus poblacional, fenología y propagación de las especies vegetales, y reproducción de las especies animales en cautiverio, como en el caso del manatí. Entonces, es relevante enfocar los estudios biológicos hacia cada una de estas especies antes de su total desaparición. Asimismo, se requiere un programa comunitario de reforestación, enfocado en un manejo forestal sostenible que sirva para la revaloración del recurso; adicionalmente, el deterioro puede mermarse con la creación de áreas naturales protegidas, corredores biológicos y unidades de manejo ambiental (UMA).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Manatí capturado. Foto: León David Olivera Gómez.

Referencias

Aniyar, S. 2003. The value of a mangrove ecosystem. En: *Primer Congreso de la Asociación Latinoamericana de Economistas Ambientales (ALEAR)*. Cartagena, Colombia.

Arizpe, E. 1986. La tortuga en el mundo prehispánico. *Técnica Pesquera* 14(226):18-21.

Bradley, R. 1983. *The pre-columbian exploitation of the manatee in Mesoamerica. Vol. 24*. University of Oklahoma, Estados Unidos.

Bunting, G.S. 1965. Commentary on mexican Araceae. *Gentes Herbarum* 9:289-382.

Caballero, D.M. 2010. La verdadera cosecha maderable en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1:5-16.

Campbell, H.W. y D. Gicca. 1978. Reseña preliminar del estado actual y distribución del manatí en México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 49(1):257-264.

Capdepont-Ballina, J.L. 2008. *Con la furia de las sierras cayeron las caobas y se fue nadando la selva. Las monterías en las selvas de Tabasco y Chiapas (1855-1936).* Tesis de doctorado. El Colegio de Michoacán, Michoacán.

Centurión, D., J.G. Cázares, J. Espinosa *et al.* 2008. *Catálogo de palmas en riesgo de la Sierra de Tabasco. Colección José N. Rovirosa*. UJAT, Tabasco.

CDB. Convenio sobre Diversidad Biológica. 1992. En: ‹*https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf*›, última consulta: 9 de julio de 2013.

CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2011. Appendices I, II and III. CITES/PNUMA.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2009. *Estrategia Nacional para la conservación y el manejo sustentable de la tortuga blanca (Dermatemys mawii) en México*. CONABIO/DGVS/CONANP, México.

Courchamp, F., E. Angulo, P. Rivalan *et al.* 2006 Rarity value and species extinction: The anthropogenic Allee effect. *PLoS Biology* 4(12):1-6.

Croat, T.B. 1997. A revision of *Philodendron* subgenus *Philodendron* (Araceae) for México and Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84:311-704.

De Landa, D. 2000. *Relación de las cosas de Yucatán*. Monclem Ediciones, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Díaz-Jiménez, P. 2006. "Motusay" *Philodendron radiatum* Schott (Araceae). *Aroideana* 29:158-160.

Garibay, O.C., E López, C. Barrera *et al*. 1988. Recursos naturales y sociedad campesina en los Pantanos de Centla, Tabasco, México. En: *Memorias del Simposio Internacional sobre la Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva*. INIREB, Tabasco.

Guichard, C.A. 2006. Situación actual de las poblaciones de tortuga blanca (*Dermatemys mawii*) en el sureste de México. Instituto de Historia Natural y Ecología. Informe final SNIB/CONABIO. Proyecto No. AS003 México.

Hamilton, L.S. y S.C. Snedaker. 1984. *Handbook for mangrove area management*. UICN/UNESCO/PNUMA, Hawaii.

Hernández, R.A., G. Carmona, D. J., Pérez, Z. R, R. González. 2005. *Conocarpus erectus*: una especie a punto de desaparecer en el sur de Veracruz. En: *Memorias del II Taller Nacional sobre la problemática de los ecosistemas de Manglar*. Puerto Vallarta.

Hinke, N. 2008. El barbasco. *Ciencias* 89:54-57.

Jiménez, J.A. 1994. *El manejo de los manglares del Pacífico centroamericano*. Universidad Nacional/Instituto Nacional de Biodiversidad, San José.

Kovacs, J.M., J. Wang y M. Blanco-Correa. 2001. Mapping disturbances in a mangrove forest using multi-date landsat TM imagery. *Environmental Management* 27(5):763-776.

Lluch, B.D. 1965. Algunas notas sobre la biología del manatí. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras* 1:404-419.

Magaña, A.M.A. 2007. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas de Tabasco*. UJAT, Tabasco.

——. 2010. *Vegetación y flora del municipio de Paraíso*. UJAT, Tabasco.

Macnae, W. 1974. Mangrove forest and fhiseries. FAO/UNDP Indian Ocean Fhisery Programme, Roma.

McKillop, H.I. 1985. Prehistoric exploitation of the manatee in the Maya and circum-caribbean areas. *World Archeology* 16(3):337-353.

Medrano-González, L., B. Morales-Vela, A.I. García-Rodríguez *et al*. 1998. Análisis preliminar de la variación del DNA mitocondrial y del complejo mayor de histocompatibilidad en la laguna de Catazajá, Chiapas y en la bahía de Chetumal, Quintana Roo. En: *Variación genética del manatí (Trichechus manatus), en el sureste de México y monitoreo con radiotransmisores en Quintana Roo*. B. Morales-Vela (ed.). Informe final del Proyecto CONABIO H164, México, pp. 12-38.

Melchor, J.I. 1988. *Uso maderable tradicional y características generales de algunas fases seriales de un bosque secundario en la región de la Chontalpa*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

Morales, G.B. 2010. *Estructura del manglar y uso del recurso natural en cuatro localidades de la Reserva de Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México*. Tesis de maestría. DACBiól-UJAT, Tabasco.

Morales-Vela, B. y L.D. Olivera-Gómez. 1992. *De sirenas a manatíes. Cuaderno de Divulgación 5*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal.

Norudin, M. 1987. Effects of shrimp farming and other impacts on mangroves of Bangladesh. En: *Paper contributed to the workshop on estrategies for the Management for Fisheries and Aquaculture in Mangrove Ecoystems. Fisheries Report No. 370*. FAO, Bankok, pp. 46-66.

Pérez, M.A., A.P. Vovides, C. Iglesias *et al*. 2007. New reports of endangered *Chamaedorea* species (Arecaceae) from southeastern Mexico, with notes on conservation status, habitat, and distribution. *Rhodora* 109(938):187-196.

Rovirosa, J.N. 1885. Apuntes para la zoología de Tabasco. Vertebrados observados en el territorio de Macuspana. *La Naturaleza* 7:345-389.

Ruz, H.M. 2001. *Tabasco histórico, memoria vegetal*. Gobierno del estado de Tabasco, Villahermosa.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Publicada el 6 de marzo de 2002 en el Diario Oficial de la Federación.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Stephens, J.L. 1841. *Incidents of travel in Central America, Chiapas, and Yucatan*. Harper and Brothers, Nueva York.

Tello, D.M. 1988. Las instituciones y la pesca en Tabasco. SEPESCA, Tabasco.

Turner, R.E., 1977. Intertidal vegetation and commercial yields of penied shrimp. *Transactions of the American Fisheries Society* 106:411-416.

Turtle Conservation Fund. 2002. *A global action plan for conservation of tortoises and freshwater turtles. Strategy and funding prospectus 2002-2007*. Conservation International and Chelonian Research Foundation, Washington.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2009. UICN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. UICN, Suiza.

Vázquez, B.A., J.L. Rojas, J. Benítez y D. Zárate. 1996. Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche.

Villa-Ramírez, B. y L.C. Colmenero-Rolón. 1981. Presencia y distribución de los manatíes en México. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 51(1):703-708.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1985. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Instituto de Cultura de Tabasco, Tabasco.

Yáñez-Arancibia, A y A.L. Lara-Domínguez. 1999. Los manglares de América Latina en la encrucijada. En: *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. A. Yánez-Arancibia y A. Lara-Domínguez (eds.). Instituto de Ecología A.C./UICN/NOAA, México, pp. 9-16.

Zamora, L.F. 2003. *Uso y aprovechamiento de los árboles tropicales maderable en el Plan Chontalpa: características que determinan su empleo*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Zenteno, C., L.F. Zamora, S. Cabrera y D. Marsella. 2004. Captura y uso de fuego en el aprovechamiento de las tortugas dulceacuícolas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En: *Etnopaisaje, trabajo comunitario, manejo y conservación de recursos naturales*. L. Gama, S. Ochoa-Gaona y C. Chiappy (eds.). DACBiol-UJAT, Tabasco, pp. 106-116.

Zenteno, C. 2011. *Análisis espacio-temporal del hábitat y presencia de Dermatemys mawii (Gray, 1847) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sobreexplotación de los recursos pesqueros

Wendi del Carmen Arévalo Frías, Manuel Mendoza Carranza, Chrystian Carolina Hernández Lazo, Arturo Marcial Álvarez Merino y Martha Alicia Perera García

Introducción

En Tabasco la pesca de agua dulce y la pesca marina costera se encuentran en una severa crisis, producto de una combinación de factores sociales, económicos y ambientales a escalas local y global. El cambio de actividades económicas y su consiguiente migración estimulada por la disminución del valor de los productos del campo, el encarecimiento de los insumos para dichas actividades y la incertidumbre climática, han provocado el aumento de pescadores y el crecimiento demográfico sobre la zona costera, lo que es el factor social que más ha impactado los recursos acuáticos (Solana-Sansores 2010) e influye globalmente en el esfuerzo de pesca y, por ende, sobre las capturas.

Además, el crecimiento de las actividades industriales (principalmente petroleras), así como la deforestación y el acelerado incremento de las descargas urbanas, han producido agudos efectos en los sistemas acuáticos de la entidad, lo que afecta directamente a los recursos pesqueros (Merino 1987, Contreras-Balderas *et al.* 2002, Pérez-Sánchez *et al.* 2005, Martínez *et al.* 2011). Este escenario pone en relieve la urgente necesidad de generar nuevos instrumentos de manejo, y mejorar los actuales.

Instrumento de regulación y manejo

Para las especies de importancia comercial de Tabasco, la Carta Nacional Pesquera (CONAPESCA 2010) recomienda, de manera general, no aumentar el esfuerzo pesquero ni la cantidad de permisos de pesca, mantener las vedas y, en algunos casos, modificar la talla mínima de captura. De manera adicional a estas medidas para las especies denominadas de "escama", se sugiere manejar este recurso mediante permisos por grupos de especies y por tipo de usuario. Estas medidas tienen su base en la observación de que casi todas las especies están siendo explotadas al máximo o algunas ya sobrepasan este nivel. La mayoría de especies que se explotan de forma comercial presentan vacíos de información básica para implementar medidas con el objetivo de reducir la mortalidad por pesca; la Carta Nacional Pesquera muestra la necesidad de llevar a cabo investigaciones acerca de aspectos biológicos y poblacionales haciendo énfasis en la reproducción y reclutamiento de especies con patrones migratorios, como en el caso de jureles y cojinudas (*Caranx* sp.).

La información que brinda este instrumento de regulación debe tomarse con cautela, ya que la manera en que se presentan las fichas técnicas no necesariamente refleja cómo se explotan los recursos pesqueros en la entidad. En el caso del sábalo (*Megalops atlanticus*), se menciona que sólo se captura en pesca deportiva; sin embargo, también es explotada por la flota pesquera artesanal en la costa del estado. Respecto a especies de agua dulce, la información es prácticamente inexistente, sólo se menciona la captura de mojarras (Cichlidae), pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), robalo (*Centropomus* sp.) y guabina (*Gobiomorus dormitor*) en la laguna Canitzán en Tenosique, en la que no se han establecido puntos de referencia ni se ha determinado el estatus de la actividad.

Dificultades en la aplicación de los instrumentos de regulación actuales

En Tabasco, como en todo México, los instrumentos de regulación de la actividad pesquera son difíciles de aplicar debido, principalmente, a que se explota una

Arévalo-Frías, W., M. Mendoza-Carranza, C.C. Hernández-Lazo, A.M. Álvarez-Merino y M.A. Perera-García. 2019. Sobreexplotación de los recursos pesqueros. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 143-145.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

gran diversidad de especies con diferentes artes de pesca, además de tener una gran cantidad de puntos de desembarco (Ponce-Díaz *et al.* 2009). En la mayoría de los casos impera la llamada "tragedia de los recursos comunes" (Hardin 1968), en la que "nadie y todos" son dueños de los recursos, lo que genera una competencia entre pescadores, derivada del incremento en el esfuerzo y el uso de diversas artes de pesca, lo que provoca una disminución de los recursos y aumenta los conflictos sociales (National Research Council 2002, Wilson 2006, Gutberlet *et al.* 2007). Este fenómeno se agudiza en la pesca de agua dulce, pues no es necesaria una gran inversión económica para acceder a dichos recursos y, siendo la red hidrológica de Tabasco compleja e intrincada, se dificulta aún más el control de entrada de nuevos pescadores.

A pesar de que existen más necesidades tecnológicas en la pesca marina-estuarina, su sistema de organización y estructura comercial dificulta su regulación, y se incurre en prácticas ilegales que ponen en riesgo la integridad de las poblaciones explotadas; por ejemplo, la pesca con red de cerco que se lleva a cabo sobre los cardúmenes reproductivos de machos del bagre bandera (*Bagre marinus*), durante la cual se pierden grandes cantidades de huevos y embriones que están siendo incubados al momento de la captura de estos individuos (Segura-Berttolini 2011, Mendoza-Carranza *et al.* 2012; figura 1). Otro ejemplo de interferencia de la pesca con el proceso reproductivo de una especie es la captura del robalo (*Centropomus undecimalis*), la cual se lleva a cabo durante su migración reproductiva, desde la zona costera y a través del río Usumacinta y sus tributarios. Su captura se realiza con redes especiales llamadas *robaleras* que, frecuentemente, son atravesadas en forma perpendicular a lo ancho de los ríos. Esta práctica afecta severamente a las poblaciones de esta especie debido a que, por una parte, dificultan su migración y, por otra, la mayoría de los individuos capturados son hembras en estadios reproductivos avanzados (Perera-García *et al.* 2008, Perera-García *et al.* 2011).

Casos exitosos por parte de las comunidades

A pesar de la nula aplicación de los instrumentos legales y prácticos de regulación pesquera en Tabasco, existen algunas comunidades que, preocupadas por el futuro de sus recursos, se han auto organizado para administrarlos. Este manejo se basa en reglas estrictas respecto a las artes de pesca usadas, así como en los días y número de personas que pueden llevar a cabo

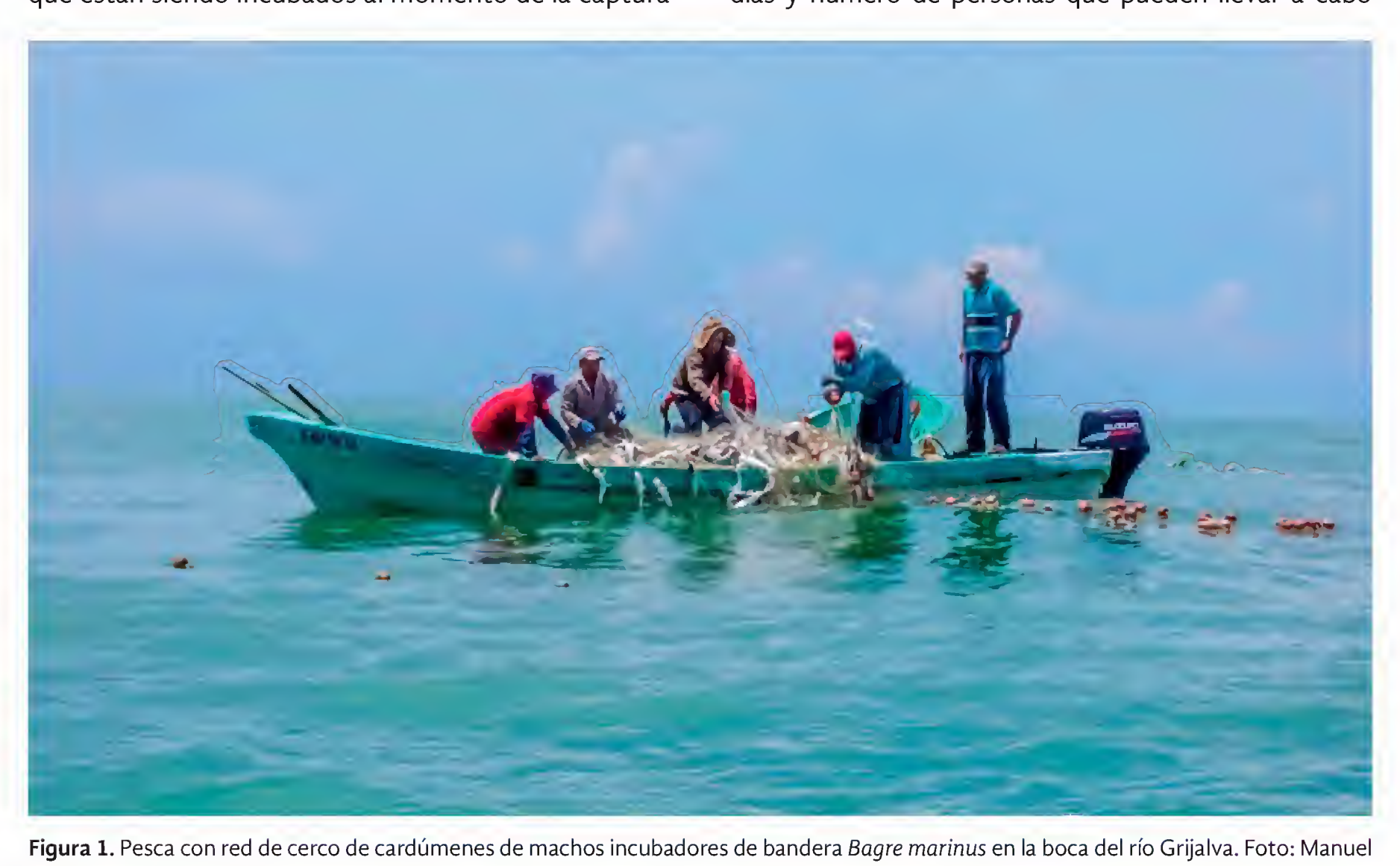


Figura 1. Pesca con red de cerco de cardúmenes de machos incubadores de bandera *Bagre marinus* en la boca del río Grijalva. Foto: Manuel Mendoza Carranza.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

esta actividad. Estas comunidades encuentran ventajas adicionales para ejercer este manejo, pues sus cuerpos de agua, ubicados en el seno de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, se encuentran relativamente aislados, lo que les permite un mayor control sobre el acceso a los recursos pesqueros que ahí ocurren (Mendoza-Carranza *et al.* 2008).

Recomendaciones

No obstante que las recomendaciones dadas por el sector gubernamental tienen la intención de minimizar y en algún momento incentivar el manejo sustentable de los recursos pesqueros, es preciso mencionar que aún hace falta más investigación que sustente estas intenciones. La medición del impacto socioeconómico de las medidas convencionales para reducir el esfuerzo pesquero (vedas, cuotas de captura y regulación de artes de pesca) es un paso relevante para proponer medidas a largo plazo. Es imprescindible el estudio y reestructuración de las redes de comercialización en las que se garantice un reparto equitativo de los ingresos derivados de esta actividad, lo que minimizaría el efecto socioeconómico de las medidas de manejo. Es prioritario que el sector gubernamental, la comunidad científica y los pescadores participen en la planeación de estrategias diseñadas para manejar los recursos, con el objetivo de que los usuarios –en este caso los pescadores y sus familias– sean los administradores de los mismos y aseguren su explotación de manera sustentable.

Referencias

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2010. Carta Nacional Pesquera. En: ‹*http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/actualizacion_de_la_carta_nacional_pesquera_2010*›, última consulta: 11 de septiembre de 2013.

Contreras-Balderas, S., P. Almada-Villela, M.L. Lozano-Vilano y M. García-Ramírez. 2002. Freshwater fish at risk or extinct in México. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12(2):241-251.

Gutberlet, J., C. Seixas, A. Glinfskoi y J. Carolsfeld. 2007. Resource conflicts: challenges to fisheries management at the São Francisco River, Brazil. *Human Ecology* 35(5):623-638.

Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162(3859):1243-1248.

Martínez, A.A., S.N. Manzanilla y J.H. Zavala. 2011. Vulnerability to climate change of marine and coastal fisheries in Mexico. *Atmósfera* 24(1):103-123.

Mendoza-Carranza, M., M.L. Martínez-Gutiérrez, E.C. Segura-Berttolini y A. Hernández-López. 2008. En: *Memorias del taller diagnóstico de la pesca en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: la perspectiva social de pesca en los Pantanos de Centla*. El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa.

Mendoza-Carranza, M., A. Romero-Rodríguez, W. Arévalo-Frías *et al.* 2012. El bagre bandera *Bagre marinus* (Mithcill, 1815) como especie clave de la pesca marina de pequeña escala en la costa de Tabasco. En: *Recursos acuáticos costeros del sureste: tendencias actuales en investigación y estado del arte*. A.J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (eds.). RECORECOS/CONCYTEY/UNACAR/UJAT/ECOSUR/UNAM, México, pp. 527-547.

Merino, M. 1987. The coastal zone of Mexico. *Coastal Management* 15(1):27-42.

National Research Council. 2002. *The drama of the commons*. National Academy Press, Washington.

Perera-García, M.A., M. Mendoza-Carranza, W.M. Contreras-Sánchez *et al.* 2011. Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. *Revista de Biología Tropical* 59(2):669-681.

Perera-García, M.A., M. Mendoza-Carranza y S. Páramo-Delgadillo. 2008. Dinámica reproductiva y poblacional del robalo *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae), en Barra San Pedro, Centla, México. *Universidad y Ciencia* 24(1):49-59.

Pérez-Sánchez, E., F.J. Miur y G.L. Ross. 2005. Livelihood options for the coastal zone of Tabasco, Mexico. *Aquatic Resources, Culture and Development* 1(2):91-108.

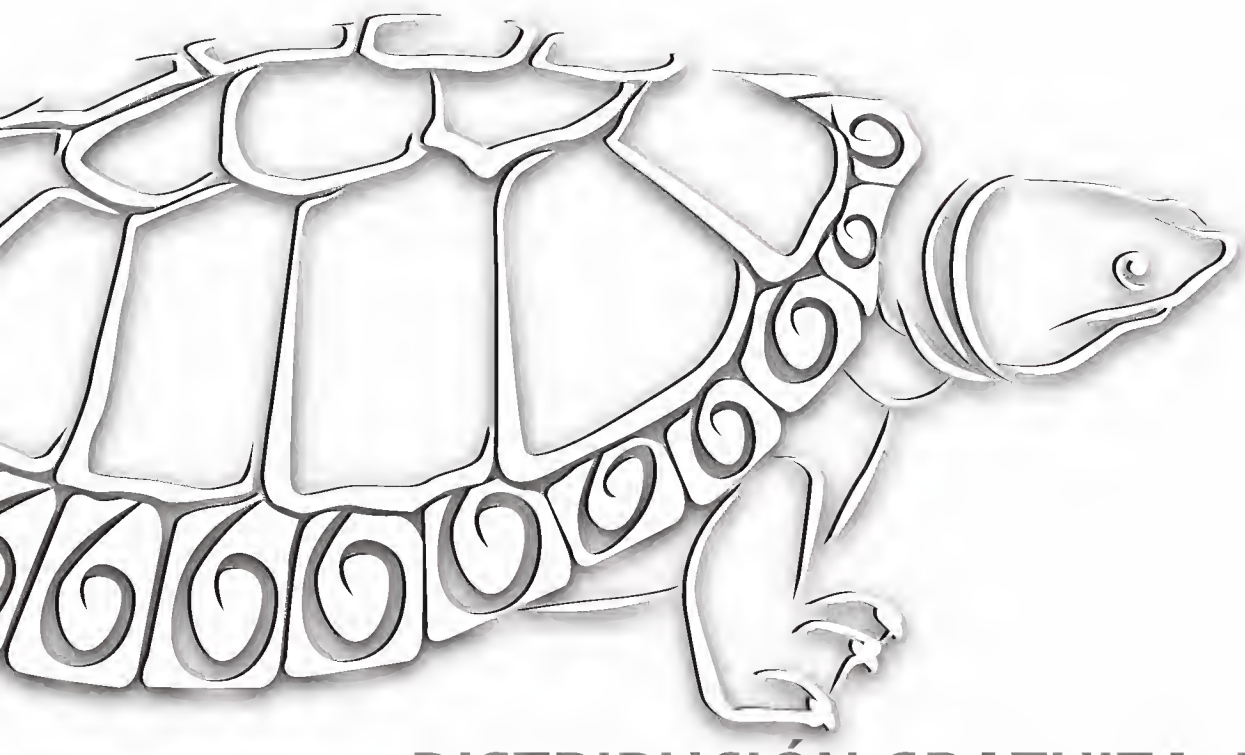
Ponce-Díaz, G., F. Arreguín-Sánchez, A. Díaz-De León y P. Álvarez-Torres. 2009. Promotion and management of marine fisheries in Mexico. En: *Towards sustainable fisheries law. A comparative analysis*. G. Winter (ed.). UICN, Suiza, pp. 233-266.

Segura-Berttolini, E.C. 2011. *Biología reproductiva de los machos de Bagre marinus (Pisces: Ariidae), en el sureste del golfo de México*. Tesis de maestría en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural. El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa.

Solana-Sansores, L.R. 2010. Efectos sociales, económicos y políticos del cambio climático en pesquerías mexicanas. En: *Cambio climático en México un enfoque costero y marino*. E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche-Gual y G.J. Villalobos-Zapata (eds.). Universidad Autónoma de Campeche/Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 305-318.

Wilson, J.A. 2006. Matching social and ecological systems in complex ocean fisheries. *Ecology and Society* 11(1):9.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Especies de moluscos amenazadas

Luis José Rangel Ruiz y Jaquelina Gamboa Aguilar

Introducción

En el reino animal los moluscos son considerados como el segundo grupo más diverso después de los artrópodos (insectos, crustáceos y otros). Hasta el momento se describen de 80 mil a 100 mil especies, pero se calcula que existen alrededor de 200 mil (Strong *et al.* 2008).

Este grupo de animales se distribuye en una amplia variedad de hábitats, desde los trópicos hasta los mares polares, en altitudes que superan los 7 000 msnm, en charcas, lagos, aguas corrientes, lagunas, aguas cenagosas y mar abierto, desde la superficie hasta grandes profundidades. La mayoría vive en el mar y presenta gran variedad de formas de vida, que incluyen a los bentónicos (animales de fondo), pelágicos (que se desplazan en la columna de agua) y planctónicos (principalmente formas larvarias que flotan en la columna de agua). Únicamente los gasterópodos (caracoles y babosas) y los bivalvos (almejas y ostiones) se extendieron hacia hábitats salobres y dulceacuícolas, y sólo los gasterópodos han invadido el medio terrestre de manera efectiva (Hickman *et al.* 1998).

El *phylum* Mollusca comprende ocho clases, de las cuales sólo Gastropoda y Bivalvia se encuentran en aguas y tierras continentales de Tabasco.

La información que existe deriva de colectas recientes y de la revisión bibliográfica; sin embargo, desde el punto de vista taxonómico, muchas especies registradas tendrán que ser revisadas y actualizadas taxonómicamente, en particular las registradas en *Biología Centrali Americana* (Martens 1892-1901).

De las 190 especies de gasterópodos y 78 de bivalvos citadas en la literatura para Tabasco, solo los bivalvos *Megalonaias nicklineana* (figura 1a) y *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis* (figura1b) están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción, y únicamente *Choanopoma* (*Choanopomops*) *martensianum* (figura 1c) y *Bulimus corneus nubeculatus* (figura 1d) son consideradas como neotropicales endémicas para Tabasco (Rangel-Ruiz *et al.* 2004).[1]

De acuerdo con el tipo de hábitat, en Tabasco existen dos grupos de moluscos que se encuentran muy amenazados: 1) los terrestres que habitan principalmente selvas, donde el ambiente ha sido modificado para ser utilizado con diferentes propósitos, como agricultura, construcciones (caminos, ciudades e industrias para beneficio humano), así como por la desforestación y fragmentación del hábitat; y 2) los acuáticos, en especial las macroalmejas que pertenecen a la familia Unionidae como *Pyganodon grandis*, *Megalonaias nicklineana*, *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis* y *Potamilus alata* (figura 1e), cuyas poblaciones son drásticamente disminuidas por modificaciones en la hidrodinámica de los cuerpos de agua, por la contaminación de las aguas y por la presencia de dos especies de gasterópodos acuáticos exóticos, *Melanoides tuberculata* y *Tarebia granifera*.

Moluscos terrestres

De acuerdo con el censo agrícola de 1950, en Tabasco las selvas cubrían una superficie de 538 861 ha (21.7% del territorio estatal), y para 1990 se registró una disminución alarmante hasta solo una superficie de 41 079.3 ha (1.65%; Sánchez-Munguía 2005). Esta pérdida

[1] Nota: Los nombres científicos siguen el criterio de Thompson 2008.

Rangel-Ruiz, L.J. y J. Gamboa-Aguilar. 2019. Especies de moluscos amenazadas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 147-151.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de vegetación ha generado una notable disminución de biodiversidad, lo que amenaza seriamente a los moluscos y constituye un riesgo para su viabilidad biológica debido a sus hábitos de vida sedentaria y baja capacidad de desplazamiento. Esto es especialmente crítico, ya que la mayoría de las especies de moluscos terrestres del estado son endémicas de áreas restringidas (aunque aún no hayan sido reconocidas como tal; Rangel-Ruiz *et al.* 2004). Por tal motivo, y de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la mayoría de estas especies terrestres deberían ser consideradas en alguna categoría como especies en peligro de extinción.

Debido a su gran sensibilidad a cambios ambientales relacionados con la luz, temperatura y humedad, así como a su poca abundancia, las primeras especies afectadas por la pérdida de hábitat son las que viven sobre la vegetación -en hojas, tallos y troncos-, como los caracoles operculados (que tienen una estructura cornea en la parte dorsal y posterior del pie con la que cubren la concha cuando se retraen dentro de ella), y las que son de pequeño tamaño, como *Helicina* (*Tristramia*) *tenuis*, *H.* (*Succincta*) *oweniana oweniana* (figura 1f), *H.* (*Oxyrhombus*) *ghiesbregthi* y *Lucidella* (*Poenia*) *lirata,* además de los grandes no operculados *Euglandina* (*Cosmomenus*) *cumingi*, *Guillarmodia* (*Proameria*) *cordovana*, *Streptostyla* (*Chersomitra*) *nigricans* y *Leptarionta trigonostoma trigonostoma* (figura 1g; Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2001, Rangel-Ruiz *et al.* 2004).

Moluscos acuáticos

Los factores que afectan a los moluscos acuáticos de Tabasco son modificaciones en la hidrodinámica de los cuerpos de agua por la construcción de canales o drenes y la contaminación por aguas residuales domésticas, industriales o aguas agrícolas-ganaderas que son vertidas directamente a los ríos, lagos y lagunas del estado. Esto se relaciona directamente con una baja diversidad y riqueza de las comunidades de moluscos (MECA 2006); además, como se mencionó anteriormente, existen dos especies de gasterópodos acuáticos exóticos (*Melanoides tuberculata y Tarebia granifera*) que tienen la capacidad de desplazar a otras especies de caracoles bentónicos (Albarran-Mezle *et al.* 2008, Rangel-Ruiz *et al.* 2011).

Las almejas pertenecientes a la familia Unionidae

Las especies de almejas que pertenecen a la familia Unionidae se caracterizan por ser de gran tamaño, como *Megalonaias nicklineana* (118 mm) en comparación con otras especies de bivalvos como *Rangia cuneata* (almeja gallito) y *Rangia (Rangianella) flexuosa* (almeja gallito o bush; 28.0 mm y 44.0 mm), o *Sphaerium transversum* y *S. partemium* (0.4 mm y 0.4 mm) consideradas entre las almejas más pequeñas; asimismo, tienen un ciclo de vida complejo, en el que se produce una larva llamada *gloquidio*, la cual se fija en las branquias o en otras partes del cuerpo de los peces hospederos cuando es expulsada al agua.

A escala mundial, varias especies de esta familia se encuentran extintas o en peligro de extinción y muchas otras están amenazadas (Bogan 1993, 2008) debido, principalmente, a las modificaciones o alteraciones de su hábitat, y por su dependencia a poblaciones de peces que actualmente están decreciendo por diversas causas.

En Tabasco se han registrado cuatro especies de uniónidos: *Megalonaias nicklineana* (almeja perla), *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis, Pyganodon grandis* (almeja gigante; figura 1h) y *Potamilus alata* (almeja voladora). De éstas, *M. nicklineana* y *C. tampicoensis tecomatensis* se encuentran registradas en la NOM-059 como en peligro de extinción (SEMARNAT 2010); sin embargo, también *P. grandis* debería estar en dicha categoría, ya que tiene muy poca abundancia y distribución.

Conclusión y recomendaciones

Las evidencias encontradas indican que tanto los moluscos terrestres como los acuáticos están en serios problemas de subsistencia, debido principalmente a la pérdida o modificación en su hábitat y a la contaminación de varios tipos generadas por las actividades humanas. Por tal motivo es necesario llevar a cabo una serie de acciones que tiendan al manejo y conservación de este importante grupo de animales.

Es evidente que para los moluscos terrestres se tiene que detener la deforestación de las selvas en la entidad, y comenzar con programas no sólo de recuperación de la flora, sino también de su fauna incluidos los moluscos. Es muy importante comenzar a desarrollar estudios sobre la biología de estas especies, especialmente acerca

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. a) *Megalonaias nickliniana*, b) *Cyrtonaias tampicoensis tecomatensis*, c) *Choanopoma* (*Chanopomops*) *martesianum*, d) *Bulimus corneus nubeculatus*, e) *Potamilus alata*, f) *Helicina* (*Succincta*) *oweniana oweniana*, g) *Leptarionta trigonostoma trigonostoma*, y h) *Pyganodon grandis*. Fotos: Laboratorio de Malacología/UJAT.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de su reproducción, y crear un vivero malacológico que permita mantener el germoplasma necesario para comenzar con programas de reintroducción de especies en zonas restauradas.

Para los moluscos acuáticos es necesario estudiar poblacionales de uniónidos que permitan corroborar la disminución del tamaño de las poblaciones de almejas, así como ubicar nuevas poblaciones. Asimismo, se deben desarrollar programas de relocalización (Parada y Peredo 2005) y reintroducción, con el propósito de restablecerlas en áreas que han sido parte de su rango de distribución histórica, pero que han disminuido o eliminado sus poblaciones.

Es especialmente importante emprender un programa de cultivo para *M. nicklineana* y *P. grandis*, como una estrategia de conservación y manejo del recurso almeja en Tabasco, debido a que varias de estas almejas son consumidas por las comunidades asentadas en los alrededores de estos cuerpos de agua, y por la pesquería que se lleva a cabo sobre *Rangia cuneata* y *Rangia (Rangianella) flexuosa* (CONAPESCA 2010).

Para las especies introducidas como *M. tuberculata* y *T. granifera* se requiere hacer estudios para actualizar su nueva distribución en el estado y determinar el impacto que provocan sobre otras especies de moluscos bentónicos. Es evidente que se debe llevar a cabo un seguimiento sobre las especies que están siendo introducidas al estado muy probablemente por medio del acuarismo, como ha sucedido en otras partes del mundo (Letelier *et al.* 2007). Es clara la falta de programas para prevenir, controlar y erradicar a éstas y otras especies exóticas que pudieran entrar a Tabasco (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010) o la falta en la aplicación de la normatividad existente.

Dos aspectos cuyos efectos sobre las comunidades de moluscos acuáticos deben ser monitoreados son el incremento del nivel del mar (Hernández *et al.* 2008) que, debido a la baja altitud de la planicie tabasqueña, ocasionará un incremento en la salinidad del agua y que, en el caso de las especies estenohalinas (que soportan bajos rangos de salinidad) provocará gran cantidad de mortalidad por problemas en su equilibrio osmótico (regulación de la entrada y salida de soluciones de diferentes concentraciones mediante una membrana plasmática), entre otros efectos. El segundo aspecto son las inundaciones recurrentes que propician que las lagunas costeras registren un periodo relativamente largo de condiciones dulceacuícolas, lo que ocasiona mucha mortalidad en poblaciones de ostiones y mejillones.

Referencias

Albarran-Mezle, N., L.J. Rangel-Ruiz y J. Gamboa-Aguilar. 2008. Distribución y abundancia de *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 25(1):93-104.

Bogan, A.E. 1993. Freshwater bivalve extinction (Mollusca: Unionoida): a search for causes. *American Zoologist* 33:599-609.

——. 2008. Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:139-147.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México. Prevención, control y erradicación*. CONABIO/CONANP/SEMARNAT, México.

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2010. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2010. CONAPESCA, Mazatlán.

Hernández, J.R., M.A. Ortiz, A.P. Méndez y L. Gama. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. UNAM. *Investigaciones Geográficas* 65:7-21.

Hickman, C., L.S. Roberts y A. Parson. 1998. *Principios integrales de zoología*. McGraw-Hill Interamericana, México.

Letelier, S., A.M. Ramos y L.G. Huaquín. 2007. Moluscos dulceacuícolas exóticos en Chile. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78(supl.oct):9-13.

Martens, E. Von. 1892-1901. Land and freshwater Mollusca. En: *Biología Centrali Americana*. F. Godman y O. Salvin (eds.). Londres, pp. 1-706.

MECA. 2006. Manual de evaluación de calidad del agua. Santiago de Chile.

Parada, E. y S. Peredo. 2005. La relocalización como una herramienta de conservación y manejo de la biodiversidad. Lecciones aprendidas con *Diplodon chilensis* (Gray 1828) (Bivalvia, Hyriidae). *Gayana* 69(1):41-47.

Rangel-Ruiz, L. y J. Gamboa-Aguilar. 2001. Diversidad malacológica en la región Maya I. Parque Estatal de la Sierra, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 82:1-12.

Rangel-Ruiz, L., J. Gamboa-Aguilar y R.F. Alegría. 2004. Diversidad malacológica en la región Maya II. Parque Estatal de Agua Blanca, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 20(1):55-62.

Rangel-Ruiz, L., J. Gamboa-Aguilar, M.G. Morales y O.M. Ortiz-Lezama. 2011. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 27(1):103-114.

Sánchez-Munguía, A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000*. DACBiol-UJAT, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Strong, E.E., O. Gargominy, W.F. Ponder y P. Bouchet. 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:149-166.

Thompson, F.G. 2008. An annotated checklist and bibliography of the land and freshwater snails of Mexico and Central America. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History* 50:1-299.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Efectos de la pesca irresponsable del ostión golfo (*Crassostrea virginica*) en la laguna Mecoacán

Arturo Garrido Mora, Yessenia Sánchez Alcudia, Leonardo Acosta Díaz, Francisco Javier Félix Torres, José Luis Ramos Palma, Andrés Arturo Granados Berber, Violeta Ruiz Carrera, Daniel Sala Ruiz, Alberto de Jesús Sánchez Martínez y Rosa Amanda Florido Araujo

Introducción

En Tabasco, el recurso ostrícola constituye una importante pesquería de la que se tienen registros desde 1941, cuando se creó la primera cooperativa pesquera en el estado (Tello 1988). La especie más importante la representa el ostión del golfo (*Crassostrea virginica*; figura 1) y los sistemas estuarinos más productivos son Carmen-Pajonal-Machona y Mecoacán (ubicados en los municipios Cárdenas y Paraíso respectivamente), los cuales en conjunto, alcanzaron producciones anuales de aproximadamente 45 mil toneladas métricas (TM) a finales de la década de los noventa (Miranda 2000). Posteriormente, dichos ecosistemas han mostrado síntomas alarmantes de agotamiento, lo que actualmente ha disminuido hasta un volumen de captura promedio anual de ~4 000 TM.

Situación de los bancos ostrícolas en la laguna Mecoacán

En trabajos de evaluación poblacional hechos durante 2010 en los bancos ostrícolas de la laguna Mecoacán, mediante el método de cuadrantes –de acuerdo con los criterios propuestos por Odum (1972), Iracheta (1977) y Rodríguez (1988) para conocer la abundancia del recurso– se obtuvo una muestra total de 23 248 organismos. La cantidad promedio calculada para 2010 fue de 173 ostiones/m^2, lo que resulta similar a lo encontrado por Garrido (2004), quien reportó 140 ostiones/m^2. De acuerdo con la densidad poblacional media obtenida, los bancos ostrícolas se organizaron en tres grupos con diferentes valores medios significativamente (figura 2).

Figura 1. Captura del ostión del golfo (*Crassostrea virgínica*) en bancos ostrícolas de la laguna Mecoacán. Foto: Arturo Garrido Mora.

Garrido Mora, A., Y. Sánchez Alcudia, L. Acosta Díaz, F.J. Félix Torres, J.L. Ramos-Palma, A.A. Granados-Berber, V. Ruiz-Carrera, D. Sala-Ruiz, A.J. Sánchez y R. Florido. 2019. Efectos de la pesca irresponsable del ostión golfo (*Crassostrea virginica*) en la laguna Mecoacán. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 152-154.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

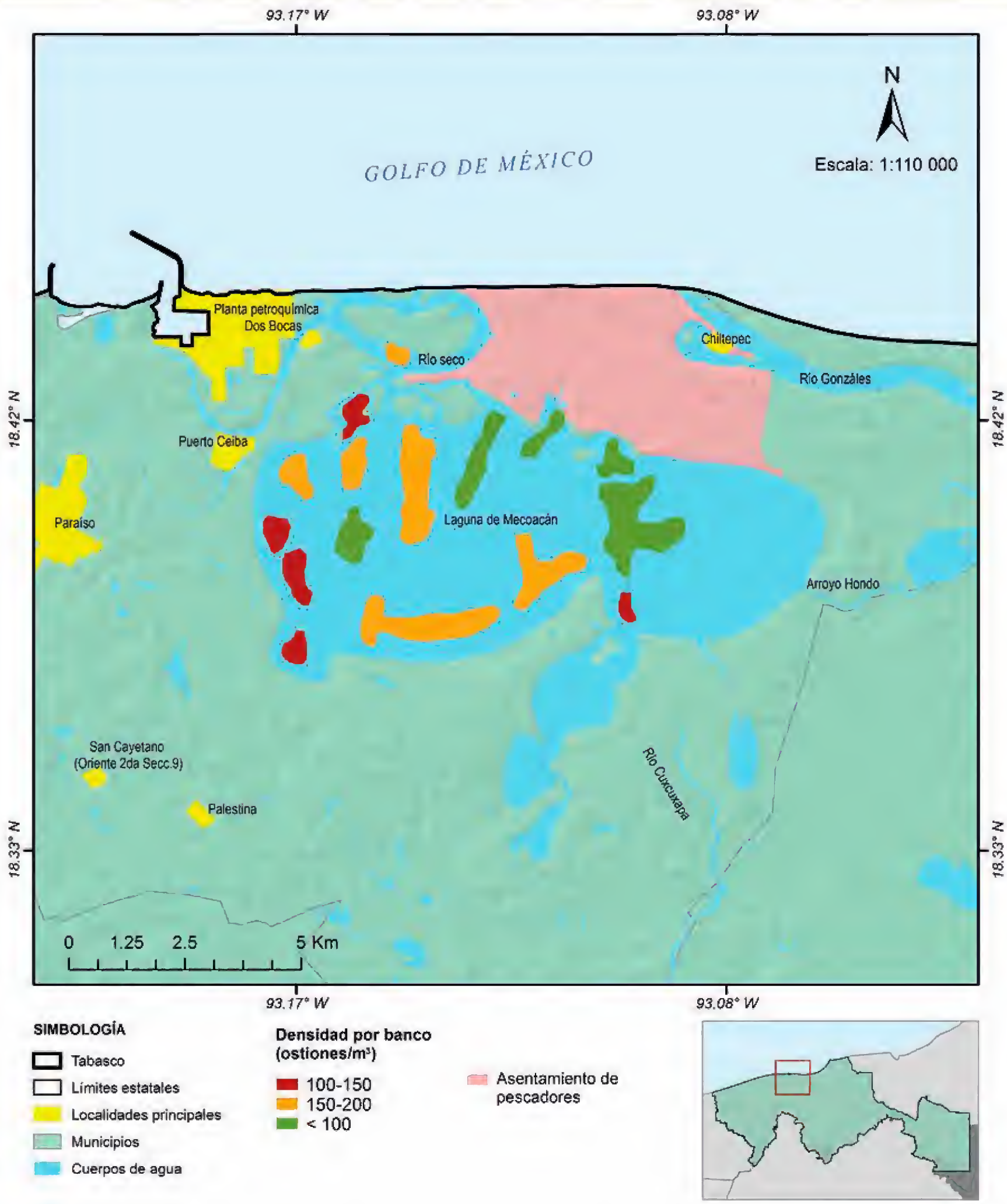


Figura 2. Densidad poblacional m² de bancos de ostión (*Crassostrea virginica*) en la laguna Mecoacán. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Principales amenazas

De acuerdo con las evaluaciones del proceso de extracción del recurso ostrícola en la laguna Mecoacán, se determinó que ha disminuido la densidad de ostiones en el ecosistema. Esto debido fundamentalmente a la falta de aplicación de las normas básicas para proteger el recurso, como respetar la talla mínima de captura (6 cm), extracción ilegal en la época de veda, inexistencia de cuotas de captura acorde con la abundancia del recurso, pesca furtiva por individuos que no pertenecen a ninguna agrupación legalmente constituida, abandono de los trabajos de semicultivo (colecta de larvas para repoblar bancos ostrícolas), y falta de rotación de bancos ostrícolas para la captura, así como a la propia condición bentónica y sésil del recurso que, aunado a la cercanía de las poblaciones a los bancos ostrícolas, crean condiciones propicias para una fácil extracción.

Conclusión y recomendaciones

Como consecuencia de una pesca irresponsable, ningún banco ostrícola cuenta con la abundancia mínima de 200 ostiones/m^2 recomendada por la Secretaría de Pesca y Acuacultura (Palacios-Fest *et al.* 1988), que es considerada óptima para soportar la actividad de la pesca comercial. Por tal motivo y para utilizar el recurso ostrícola de manera responsable, se recomienda supervisar la aplicación de las normas básicas establecidas por la Comisión Nacional para la Pesca y la Acuicultura (CONAPESCA), como respetar la talla mínima de captura, no pescar durante la veda, practicar la rotación de los bancos ostrícolas, apoyar la pesquería mediante actividades de semicultivo y atender de inmediato lo relacionado con la certificación sanitaria de áreas de bancos ostrícolas naturales y de zonas de cultivo.

Referencias

Garrido, M.A. 2004. *Biología, ecología y pesquería del ostión del golfo (Crassostrea virginica) en la laguna Mecoacán, Tabasco México*. Tesis de doctorado en biología marina. Universidad de la Habana, Cuba.

Iracheta, F.M. 1977. *Ostricultura en el estado de Tabasco*. Tesis de licenciatura. UNAM, México.

Miranda, J.F. 2000. *Determinación de la fijación de semilla del ostión Crassostrea virginica (Gmelin) en la laguna Mecoacán, Paraíso, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Odum, E.P. 1972. *Ecología nueva*. Interamericana, México.

Palacios-Fest, M.R., S. Mazón-Suastegui, M. García-Sandoval *et al.* 1988. *Manual técnico para la operación de los centros ostrícolas productores de ostión*. SEPESCA, México.

Rodríguez, M.C. 1988. *Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías*. Secretaría de Pesca, México.

Tello, D.M. 1988. *Las instituciones y la pesca en Tabasco*. Carisma, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La pesca marina de tiburones y rayas, un ejemplo de especies susceptibles a la sobrepesca

Manuel Mendoza Carranza, Chrystian Carolina Hernández Lazo, Wendi del Carmen Arévalo Frías, Arturo Marcial Álvarez Merino y Juan Carlos Pérez Jiménez

Introducción

Los elasmobranquios (tiburones, rayas y quimeras) ocupan los niveles más altos de la red alimentaria en los océanos, su función como reguladores de poblaciones de peces, al eliminar individuos enfermos y viejos, los hace indispensables para los ecosistemas marinos. Paradójicamente, la mayoría de especies de elasmobranquios presentan características biológicas como crecimiento lento, madurez sexual tardía, baja fecundidad y largos periodos de gestación (Hoenig y Gruber 1990, Bonfil 1994), que los hacen muy vulnerables a los cambios ambientales y a los incrementos de la mortalidad por pesca.

A pesar de que ya se ha señalado una crisis de la mayoría de las poblaciones de elasmobranquios a escala mundial, los datos que existen actualmente son insuficientes para determinar, de forma correcta, las abundancias y capacidades para soportar los niveles de explotación de una gran cantidad de especies (Walker 1998, Burgess *et al.* 2005). Estos niveles de explotación han crecido drásticamente durante las últimas dos décadas, lo que se incentiva principalmente por el interés de los mercados asiáticos en sus aletas cotizadas a precios muy altos (Baum *et al.* 2003, Musick 2005). Aproximadamente 47% de las especies de tiburones y rayas de la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2012) se encuentran en el estatus de deficientes en datos (Lack y Glenn 2009).

Durante las últimas tres décadas, México se ubicó entre los 15 países con mayor cantidad de capturas anuales promedio de tiburones. En la ultima década, ocupó el quinto lugar en producción con 34 535 t sólo debajo de Taiwán (48 493 t), España (57 685 t), India (70 758 t) e Indonesia (110 528 t; Lack y Glenn 2009). Esta producción proviene, principalmente, de las pesquerías de la costa del océano Pacífico, lo que representa 78% de las capturas totales promedio del periodo de 1996 a 2010. El resto de las capturas proviene del golfo de México, en donde se registraron al menos 34 especies de tiburones de 1993 a 1994, de las cuales el cazón ley (*Rhizoprionodon terraenovae*), tiburón cabeza de pala (*Sphyrna tiburo*) y tiburón de puntas negras (*Carcharhinus limbatus*) fueron las especies más abundantes (Castillo-Géniz *et al.* 1998).

A pesar de lo expuesto, existe un gran vacío de información. Es necesario intensificar los esfuerzos y recursos en la investigación de la historia de vida y pesquerías para el manejo y conservación de este grupo; particularmente en Tabasco, en donde forman parte importante de la pesca multiespecífica y, sin embargo, son pocos los estudios enfocados a estos.

Comportamiento histórico de la pesca de elasmobranquios

Para Tabasco, los registros oficiales se remontan a los años cincuenta (SAGARPA 2006). Estos sintetizan el comportamiento de las capturas de elasmobranquios y están agrupados artificialmente en tres grupos: tiburón, cazón y raya. De 1978 a 1988 se observa un incremento en la captura total del grupo tiburón, de 267 a 812 t; después de este incremento es notable una marcada disminución de capturas totales llegando a su mínimo histórico con 101 t en el año 2002, a partir de lo cual se inicia un leve incremento alcanzando su máximo de ese periodo (308 t durante 2008 y 2010; figura 1). La tendencia es similar en el grupo cazón; sin embargo, a partir de 1988 sus capturas han sido mayores que las del

Mendoza-Carranza, M., C.C. Hernández-Lazo, W. Arévalo-Frías, A.M. Álvarez-Merino y J.C. Pérez-Jiménez. 2019. La pesca marina de tiburones y rayas, un ejemplo de especies susceptibles a la sobrepesca. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 155-159.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

grupo tiburón. Su máximo histórico fue en el año 1991 con 803 t de captura total reportada; posteriormente se inicia una caída progresiva que alcanzó su mínimo histórico en 2003, con 229 t.

En 1988 destaca la aparición del grupo de rayas y similares (159 t), pero no es hasta 10 años después que se observan registros constantes de su captura con un incremento de 4.5 veces. En general, este grupo reporta capturas de hasta el doble de los de tiburón y cazón, lo que en la actualidad es el grupo de elasmobranquios más importante dentro de la pesca en la costa de Tabasco. En 2007 se reportó su máximo histórico con 1 229 t (figura 1). Al asumir que el esfuerzo pesquero (total de lanchas o pescadores) ha ido en aumento, se puede inferir que al menos las poblaciones de tiburones han disminuido dramáticamente en el transcurso de los últimos 20 años y que la pesca de rayas está en expansión (Baum *et al.* 2003, España *et al.* 2003). En la entidad, la captura de rayas es sostenida principalmente por el balá (*Dasyatis americana*), y desde 2007 Tabasco ha superado las capturas de este grupo en Veracruz y Campeche (Hernández-López 2009, Mendoza-Carranza *et al.* 2009b, CONAPESCA 2010). Uno de los principales problemas es que, a pesar de que se observa una tendencia de disminución de tiburones y aumento en las capturas del grupo de rayas, se desconoce qué especie o grupo de especies sostienen estos volúmenes de pesca y cómo han variado en el transcurso del tiempo.

Características operacionales de la pesca

La mayoría de las capturas de tiburones y rayas provienen de las pesquerías multiespecíficas, hechas por la flota marina de pequeña escala que opera principalmente en aguas someras de la costa de Tabasco y que forman parte del Banco de Campeche; otro pequeño porcentaje es aportado por los barcos escameros de mediana escala. Ambos tipos de embarcaciones emplean el palangre de fondo. Por lo general, la captura de tiburones y rayas se lleva a cabo de manera incidental, ya que el esfuerzo se dirige principalmente a la captura de bagre bandera (*Bagre marinus*) y balá (*Dasyatis americana*; Hernández-Lazo 2009). Ocasionalmente se ha registrado el uso de "cimbras" (palangre de pesca adaptado con anzuelos tiburoneros sostenidos por líneas de acero) para capturar tiburones grandes.

En el transcurso del tiempo, la disminución gradual en la producción de tiburones puede estar relacionada con dos causas principales. Por un lado, a un incremento en el poder de pesca, lo que significa más facilidades para usar motores de mayor potencia y lanchas de fibra de vidrio con mejoras para aumentar su independencia en el mar; mejores equipos de navegación como sistemas de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) y ecosondas. Por otro lado, se relaciona con la biología de la mayoría de las especies, como la baja fecundidad y el crecimiento lento, además de las elevadas capturas de hembras grávidas, neonatos y juveniles (Pérez-Jiménez *et al.* 2012).

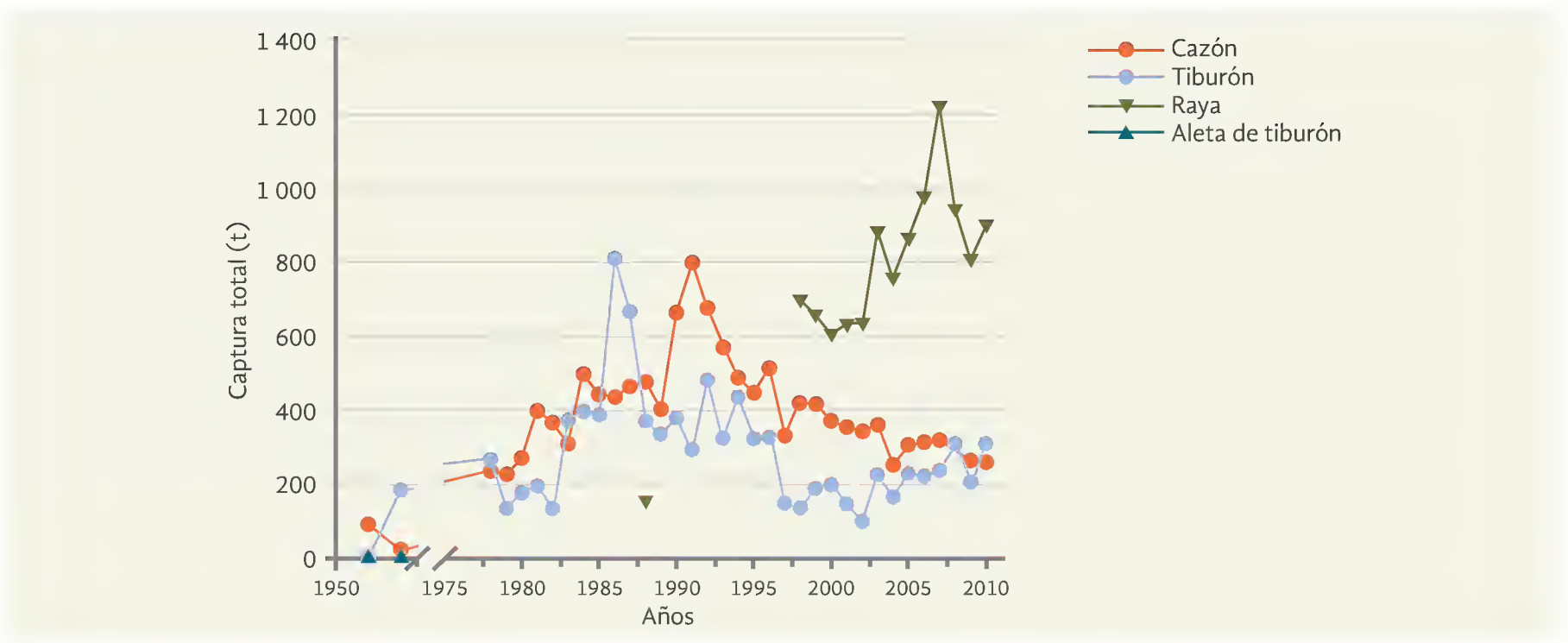


Figura 1. Captura total histórica de tiburones, cazones y rayas en el estado. Fuente: CONAPESCA 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

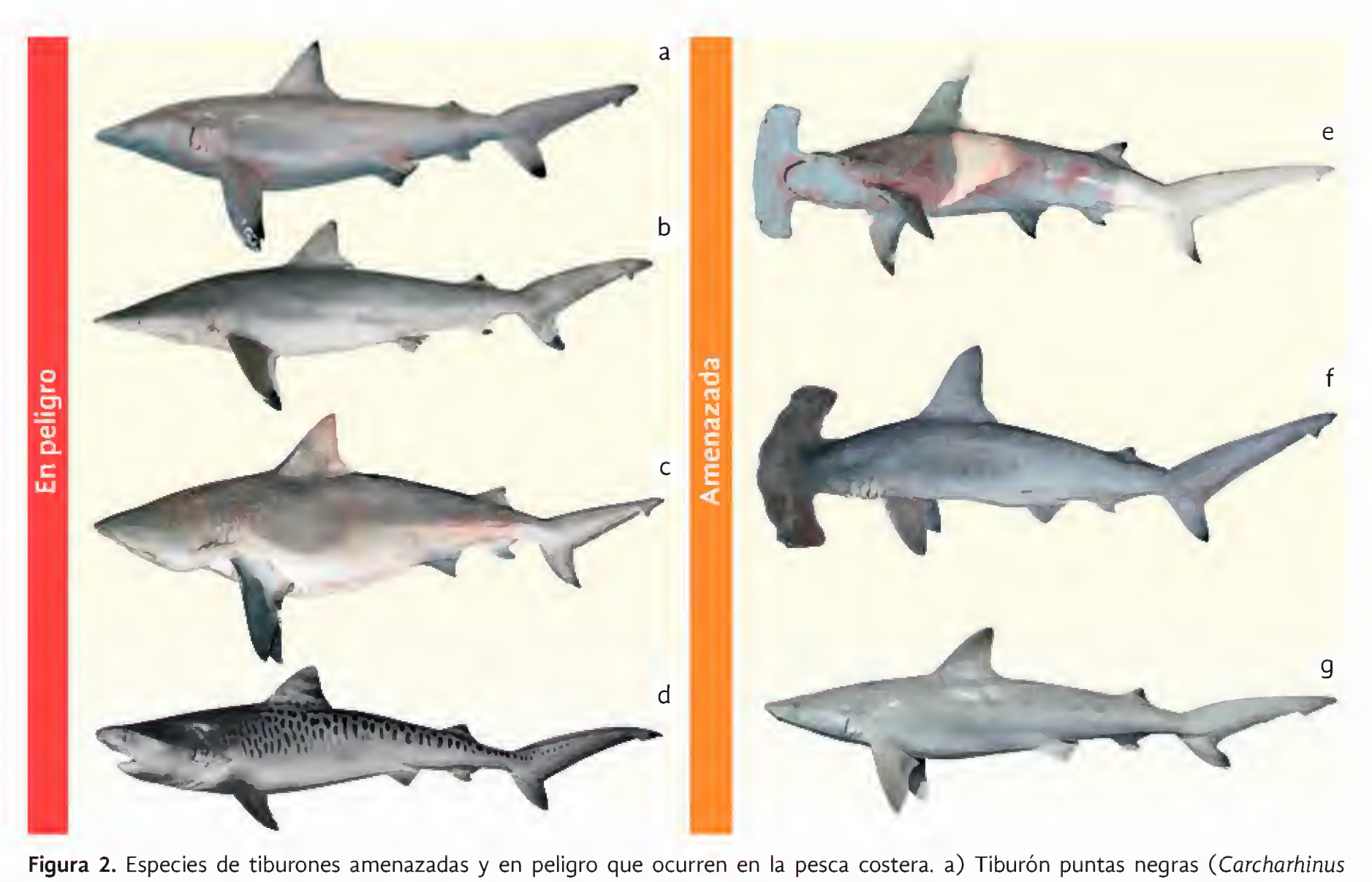


Figura 2. Especies de tiburones amenazadas y en peligro que ocurren en la pesca costera. a) Tiburón puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), b) tiburón aletas negras (*Carcharhinus brevipinna*), c) tiburón toro (*Carcharhinus leucas*), d) tintorera (*Galeocerdo cuvier*), e) cornuda gigante (*Sphyrna mokarran*), f) tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), y g) tiburón limón (*Carcharhinus acronotus*). Fuente: UICN 2012. Fotos: Manuel Mendoza-Carranza.

Composición de especies de tiburones en la pesca de Tabasco

En la actualidad la composición de especies en la pesca de Tabasco ha cambiado respecto a la reportada por Castillo-Géniz y colaboradores (1998). A pesar de esto, las especies más abundantes siguen siendo *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo*; por otro lado, el tiburón de puntas negras (*Carcharhinus limbatus*) disminuyó su abundancia relativa, muy baja en la actualidad, y es sustituido en abundancia por el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*; Hernández-Lazo 2009, Mendoza-Carranza *et al.* 2009a). Además de estas cuarto especies, la pesca de tiburones en Tabasco está compuesta por nueve especies más: el tiburón limón (*Carcharhinus acronotus*), tiburón aleta negra (*C. brevipinna*), tiburón sedoso (*C. falciformis*), tiburón toro (*C. leucas*), tiburón aleta de cartón (*C. plumbeus*), tiburón poroso (*C. porosus*), tintorera (*Galeocerdo cuvier*), cornuda gigante (*Sphyrna mokarran*) y alecrín (*Isurus oxyrinchus*; Hernández-Lazo 2009, Mendoza-Carranza *et al.* 2009a). Algunas de las especies capturadas por la flota pesquera de pequeña escala de Tabasco, como *C. limbatus*, *C. brevipinna*, *C. leucas* y *G. cuvier*, están clasificadas como especies en peligro en la Lista de especies amenazadas de la UICN, y otras como *S. mokarran*, *S. lewini* y *C. acronotus*, como amenazadas (figura 2); el resto se encuentra en el estatus de deficientes en datos (UICN 2012).

Aparte de la raya *D. americana*, los elasmobranquios más importantes de la pesca de pequeña escala en el estado son la raya pinta (*Aetobatus narinari*), raya mariposa (*Gymnura micrura*), raya gavilán (*Rhinoptera bonasus*) y guitarra (*Rhinobatos lentiginosus*; Hernández-Lazo 2009, Hernández-López 2009, Mendoza-Carranza *et al.* 2009b). La raya gavilán está clasificada como cercanamente amenazada; el resto se encuentran en el estatus deficiente en datos (UICN 2012).

Otros elasmobranquios registrados como fauna de acompañamiento en la pesca de camarón, de barcos y pequeñas lanchas camaroneras, son neonatos y juveniles de *D. americana*, *G. micrura* y *S. tiburo*, así como juveniles y adultos de la raya eléctrica torpedo

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(*Narcine* sp.) y de la guitarra (*Rhinobatos* sp.; Mendoza-Carranza observación personal). De estas especies, la raya eléctrica torpedo tiene un estatus de peligro crítico (UICN 2012) y en las costas de Tabasco se desconoce todo acerca de su biología y ecología. El apéndice 34 muestra las 19 especies de tiburones y rayas reportadas para la entidad.

Conclusión y recomendaciones

A pesar de la importancia de los elasmobranquios, solo existe un instrumento que pretende regular su aprovechamiento en el país: la NOM-029-PESC-2006 (SAGARPA 2006). La aplicación de medidas de regulación pesquera (vedas o cuotas de captura, entre otras) ha sido insuficiente debido a la complejidad y diversidad de los sistemas pesqueros de México, así como al desconocimiento de sus dinámicas sociales y económicas (Hernández y Kempton 2003, Pérez-Jiménez *et al*. 2009).

Es necesario cambiar el enfoque de las investigaciones pesqueras y las herramientas de manejo, considerando que la conservación y explotación sustentable de este grupo en particular, es complejo por el hecho de que estas especies provienen de una pesca multiespecífica. Es necesario fomentar el desarrollo de la ciencia pesquera e incorporar los conocimientos empíricos que los pescadores poseen acerca de sus recursos, pues son una valiosa herramienta para sostener a las poblaciones. Todo esto enmarcado en políticas públicas que incentiven el mantenimiento de la pesca de pequeña escala (artesanal), como una herramienta que permita máximos beneficios sociales, y la protección de los recursos pesqueros y hábitats donde se encuentran. La inclusión del manejo ecosistémico de las comunidades bajo explotación (Pikitch *et al*. 2004) es imprescindible para el manejo de estas complejas pesquerías.

Un punto más que agregar a este panorama está relacionado con la organización socioeconómica de la pesca: mientras los manejadores pesqueros estén concentrados solamente en los recursos y no en entender, analizar e incorporar los procesos sociales y económicos de la pesca dentro del proceso de manejo, poco se podrá hacer para cambiar el panorama (Espinoza-Tenorio *et al*. 2011). Los pocos ingresos, producto de una mala distribución de la riqueza y la nula seguridad laboral de los pescadores, los obliga a pescar de forma continua, lo que impide la aplicación práctica de cualquier plan de manejo.

Referencias

Baum, J.K., R.A. Myers, D.G. Kehler *et al*. 2003. Collapse and conservation of shark populations in the northwest Atlantic. *Science* 299:389-392.

Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. Fisheries technical papers 341. FAO, Roma.

Burgess, G.H., L.R. Beerkircher, G.M. Cailliet *et al*. 2005. Is the collapse of shark populations in the northwest Atlantic Ocean and gulf of Mexico real?. *Fisheries* 30(10):19-26.

Castillo-Géniz, J.L., J.F. Márquez-Farias, M.C. Rodríguez-De la Cruz *et al*. 1998. The mexican artisanal shark fishery in the gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Marine and Freshwater Research* 49(7):611-620.

CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2010. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2010. CONAPESCA, Mazatlán.

España, H.P., B.M. Jiménez, y A.L. Abarca. 2003. ¿Puede la pesca artesanal evitar que disminuya el nivel trófico de la pesquería en México? En: *Memorias del II Foro Científico de Pesca Ribereña*. SAGARPA, Colima.

Espinoza-Tenorio A., I. Espejel y M. Wolff. 2011. Capacity building to achieve sustainable fisheries: a case study in Mexico. *Ocean and Coastal Management* 54:731-741.

Hernández-Lazo, C. 2009. *Aspectos de la pesquería artesanal de tiburones en el puerto de San Pedro, Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Hernández-López, A. 2009. *Pesquerías de Dasyatis americana en el oeste del banco de Campeche, México*. Tesis de maestría en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural. El Colegio de la Frontera Sur, Tabasco.

Hernández, A. y W. Kempton. 2003. Changes in fisheries management in Mexico: effects of increasing scientific input and public participation. *Ocean and Coastal Management* 46:507-526.

Hoenig, J.N. y S.H. Gruber. 1990. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries managements. En: *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries*. H.L. Pratt, S.H. Gruber y T. Taniuchi (eds.). NOAA, Estados Unidos, pp. 1-16.

Lack, M. y S. Glenn. 2009. Trends in global shark catch and recent development in management. TRAFFIC International, Cambridge.

Mendoza-Carranza, M., J.C. Pérez-Jiménez, C. Hernández-Lazo e I. Méndez-Loeza. 2009a. The San Pedro's artisanal fishery: a non-regulated activity in a shark nursery ground in western Campeche Bank. En: *Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Portland, pp. 463-481.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Mendoza-Carranza, M., E. Ramírez-Mosqueda, A. Hernández-López *et al.* 2009b. Does southern stingray *Dasyatis americana* sustain the artisanal elasmobranch fisheries in western Campeche Bank? En: *Joint Meeting of Ichthyologists and Herpetologists.* American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Portland, p. 423.

Musick, J.A. 2005. Shark utilization. En: *Management techniques for elasmobranch fisheries*. J.A. Musick y R. Bonfil (eds.). FAO, Roma, pp. 243-251.

Pérez-Jiménez, J.C., I. Méndez-Loeza y N.H. Cu-Salazar. 2009. ¿Es posible el manejo de la pesquería de tiburones y rayas en el banco de Campeche? En: *Primer Simposio para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste de México*. Universidad Autónoma del Carmen/Red para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste, Campeche.

Pérez-Jiménez, J.C., I. Méndez-Loeza, M. Mendoza-Carranza y E. Cuevas-Zimbrón. 2012. Análisis histórico de las pesquerías de elasmobranquios del sureste del golfo de México. En: *Recursos acuáticos costeros del sureste: tendencias actuales en investigación y estado del arte.* A.J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara, R. Brito-Pérez (eds.). RECORECOS/CONCYTEY/UNACAR/UJAT/ECOSUR/UNAM, México, pp. 157-175.

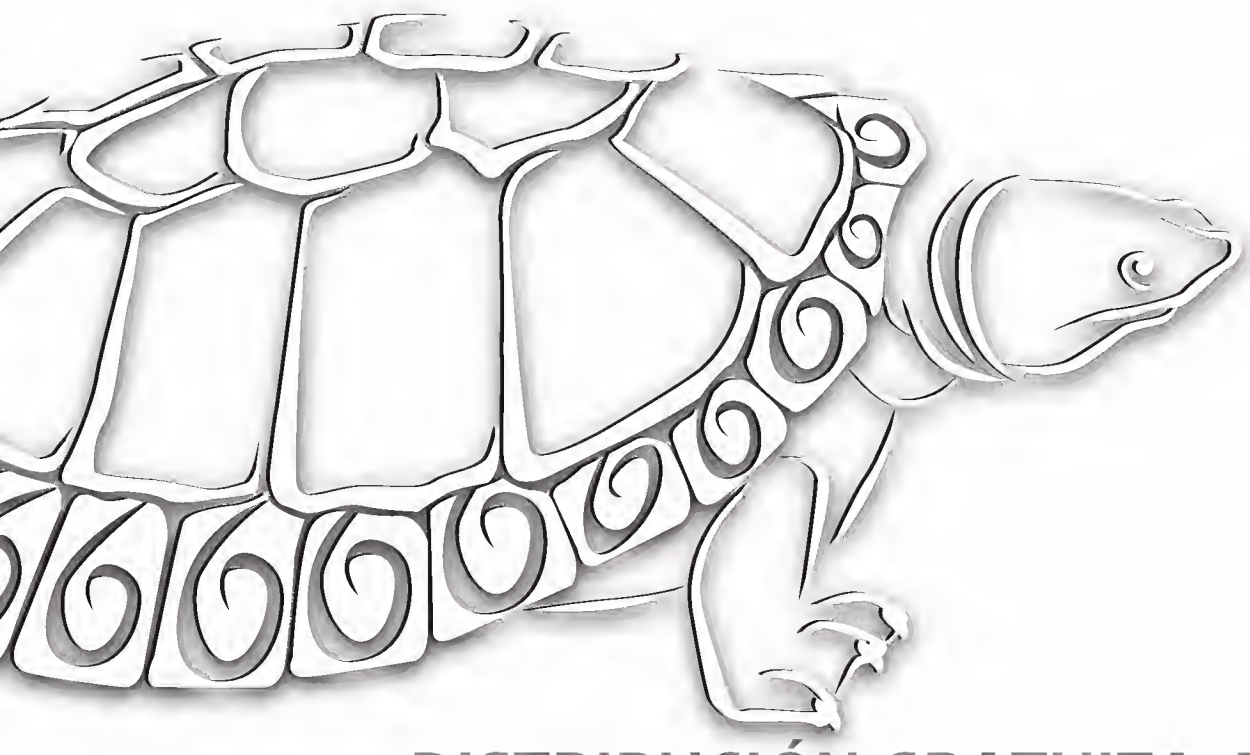
Pikitch, E.K., C. Santora, E.A. Babcock *et al.* 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* 305:346-347.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006. Publicada el 14 de febrero de 2007 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2012. Red List of Threatened Species. Versión 2011.2. En: ‹*http://www.iucnredlist.org*›, última consulta: abril de 2012.

Walker, T.I. 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine and Freshwater Research* 49(7):553-572.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Tráfico de fauna silvestre

Juana Lourdes Trejo Pérez

Introducción

El comercio ilegal de vida silvestre es la tercera actividad ilícita lucrativa, después del narcotráfico y el tráfico de armas. Participan cazadores furtivos, mayoristas, intermediarios, contrabandistas y venta al menudeo, todos muy bien organizados; incluso, en algunas áreas es posible que grupos del crimen organizado sean partícipes de este comercio (CCA 2005).

No existen datos concretos acerca de este mercado negro de especies, y es imposible tener un cálculo real de las extracciones que se hacen de su medio natural. En general, los principales proveedores de fauna silvestre son países en desarrollo y la demanda se concentra en países industrializados (Broad *et al.* 2001).

Las dos formas de comercialización son los especímenes vivos de especies silvestres y los productos derivados de dichas especies, como colmillos, pieles, plumas y órganos (CCA 2005).

Las especies raras son las más cotizadas, de ahí que sean las más buscadas por los contrabandistas, lo que aumenta sus posibilidades de extinción (ASOCAE 2014).

Los animales no sólo padecen su cacería, sino que sufren lesiones al momento de ser transportados, muchos se automutilan, se arrancan plumas, se amputan dedos de las patas y, debido al hacinamiento, pueden tener y contagiar alguna enfermedad.

Lo que mueve al comercio internacional de vida silvestre, tanto el legal como el ilegal, es la demanda mundial; pero para satisfacerla hay que hacerlo de manera ilegal porque resulta un negocio lucrativo, cuya ganancia es la principal motivación de los recolectores furtivos y contrabandistas (Moyle 1998), por los precios que alcanzan en el mercado local e internacional (cuadro 1).

Cuadro 1. Precio (en pesos mexicanos) de las especies más comunes en el mercado.

Nombre científico	Nombre común	Mercado nacional	Mercado internacional
*Ara macao**	Guacamaya roja	6 000.00	500 000.00
*Ara militaris**	Guacamaya verde	3 000.00	400 000.00
*Amazona oratrix**	Loro cabeza amarilla	1 000.00	300 000.00
Amazona autumnalis	Cotorra frente roja	400.00	150 000.00
*Ramphastos sulfuratus***	Tucán pecho amarillo	500.00	600 000.00
*Buteo jamaicensis****	Halcón cola roja	500.00	30 000.00
*Falco peregrinus****	Halcón peregrino	1 000.00	150 000.00
*Ateles geoffroyi**	Mono araña	2 500.00	150 000.00
*Alouatta palliata**	Mono aullador	2 500.00	150 000.00
*Brachypelma smithi***	Tarántula de rodillas rojas	40.00	3 500.00
*Boa constrictor***	Boa	400.00	20 000.00
*Ovis canadensis****	Borrego cimarrón	400 000.00	5 000 000.00
Familia Cervidae	Cérvidos	400 a 45 000.00	6 000 a 600 000.00

NOM-059: *peligro de extinción, **amenazada, ***sujeta a protección especial. Fuente: SEMARNAT 2006, 2010.

Trejo Pérez, J.L. 2019. Tráfico de fauna silvestre. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 161-164.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Situación en México

México es un país activo en el comercio de especies silvestres. Además de ser proveedor, es consumidor y también es una zona de paso; pero no son legales todas estas actividades en las que la nación participa (Reuter y Mosig 2010).

Un grupo muy asediado por la caza es el de los psitácidos (loros, guacamayas, etc.), del cual 20 especies se encuentran oficialmente en alguna categoría de riesgo: seis en peligro de extinción, 10 amenazadas y cuatro bajo protección especial. De acuerdo con Cantú-Guzmán *et al*. (2007), cada año se capturan entre 65 000 y 78 500 pericos (familia Psittacidae), de los cuales más de 75% mueren antes de llegar al consumidor final; es decir, entre 50 000 y 60 000. Entre 86 y 90% de los pericos mexicanos que se capturan son para comercio interno (Cantú-Guzmán *et al*. 2007).

Los contrabandistas utilizan crías de loros porque son más fáciles de introducir, debido a que las hacen pasar por crías nacidas en cautiverio y, de esta manera, obtener más ganancias que si manejan ejemplares adultos. Esta es una actividad terriblemente inhumana y de gran desperdicio (Cantú-Guzmán *et al*. 2007).

Situación en Tabasco

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA 2009) señala que en Tabasco existen redes de tráfico de especies en peligro de extinción, principalmente de quelonios (tortugas), cocodrilos y aves canoras y de ornato. Estas redes atraviesan la república mexicana y llegan hasta ciudades de Estados Unidos, donde son adquiridas por los coleccionistas particulares. Por otro lado, la fauna puede satisfacer la demanda gastronómica local, como la tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), iguana (*Iguana iguana*) y lagarto (*Crocodylus* spp.), así como el mercado de mascotas (aves canoras y de ornato), en el mejor de los casos.

Las principales zonas donde sucede el tráfico son los ejidos Faisán y La Pera, las rancherías Boca de Chilapa, Escoba-Aztlán y el poblado Simón Sarlat, en el municipio Centla; el poblado Oxiacaque del municipio Nacajuca; la ranchería Reforma del municipio Jalpa de Méndez; la ranchería Bitzal de Macuspana; la carretera Frontera-Jonuta y el poblado Pino Suárez en Jonuta; las rancherías Huapinol, La Lima, El Espino, Lagartera, así como las villas Parrilla, Macultepec y Ocuitzapotlán del municipio Centro. Para satisfacer la demanda nacional e internacional el tráfico de fauna silvestre se mueve en tres rutas: golfo, centro y Pacífico norte, cuyo destino final es la Ciudad de México o Estados Unidos (SEMARNAT 2006, PROFEPA 2009).

De acuerdo con el último informe de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la PROFEPA, Tabasco es una de las entidades en las que se registran los mayores casos de caza ilegal y tráfico de fauna silvestre en peligro de extinción. Tan sólo en el 2007, se registraron más de 267 organismos vivos de los cuales 83 fueron pochitoques (*Kinosternon acutum*), 65 jicoteas (*Trachemys scripta*), 50 iguanas (*Iguana iguana*), 12 cocodrilos de pantano (*Crocodylus moreletii*), 18 cotorras cuchas (*Amazona autumnalis*), seis cotorras guayaberas (*Amazona albifrons*), seis guaos tres lomos (*Staurotypus triporcatus*), cinco tortugas blancas (*Dermatemys mawii*), cinco pericos aztecas (*Aratinga nana*), cuatro boas, dos loros cabeza azul (*Amazona farinosa*; SEMARNAT 2006, PROFEPA 2009).

Para evitar problemas con las dependencias reguladoras del comercio de fauna, los traficantes han decidido buscar otras formas de comercio, como vender a principios de semana, al menudeo u ofrecerla de manera clandestina en domicilios particulares.

Consecuencias del tráfico de fauna

- Promueve la extinción de las poblaciones de muchas especies.
- Puede contribuir a la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad.
- Es una forma de dispersión de enfermedades infectocontagiosas, ya que los animales silvestres pueden ser vectores de enfermedades peligrosas que pueden llegar a transmitir a los humanos.
- Afecta las poblaciones silvestres y tiene consecuencias desastrosas en caso de especies clave.
- Coloca en vulnerabilidad la gran biodiversidad del país.
- Provoca la pérdida de variabilidad genética.
- Puede representar una amenaza a los ecosistemas y a las economías nacionales (Jolon-Morales 2008).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Marco legal para el aprovechamiento de fauna silvestre en México

Las leyes que abordan directamente el tema son la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su reglamento, la cual constituye la pieza clave para legislar y regular el uso, conservación y manejo de la fauna y flora silvestres dentro del territorio nacional, así como cuestiones relacionadas con su comercio internacional (SEMARNAT 2000).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) que, en el caso del uso y comercio de especies silvestres, contiene los fundamentos para regular todo tipo de actividades relacionadas con estos, como importación, exportación, aseguramientos y decomisos, uso sostenible, infracciones y sanciones, trato humanitario o posesión legal, entre otros (SEDUE 1988).

El Código Penal Federal contiene una sección acerca de crímenes contra el ambiente, la cual establece las sanciones para quienes atenten contra la fauna y flora silvestre, o la comercien o utilicen sin autorización (Congreso de la Unión 1931).

México está adherido a organismos internacionales para prevenir el tráfico de fauna silvestre, entre ellos se puede mencionar a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), la cual regula el comercio internacional de especies amenazadas. Toda importación, exportación, reexportación o introducción que procede del mar debe autorizarse mediante un sistema de concesión de permisos y certificados. Asimismo, otros instrumentos enfocados a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los que participa México son el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar 2014).

Para hacer compatibles la conservación de la biodiversidad con la producción y las necesidades socioeconómicas de desarrollo en México en el sector rural, en 1997 la SEMARNAT estableció el Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), cuyo objetivo general es conservar el hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres mediante actividades específicas (Reuter y Mosig 2010). Mientras exista la demanda de especies silvestres para ornato entre la población urbana de México y otros países, continuará el tráfico ilegal a pesar de sus altos precios (Naranjo *et al.* 2009).

Recomendaciones

- En México existe una normatividad que regula la actividad ilícita del comercio, exportación, importación y reexportación de la fauna silvestre, por lo que es necesario darla a conocer y aplicarla con el rigor suficiente (SEMARNAT 2006).
- Es necesario trabajar en la falta de voluntad política y descoordinación de las entidades gubernamentales para controlar esta actividad delictiva.
- Se requiere un control más estricto del comercio en mercados reconocidos por esta actividad ilegal, y llevar a cabo acciones de alto impacto contra estos.
- Hace falta más control sobre los zoológicos que necesitan adquirir fauna silvestre, misma que se tiene en malas condiciones y que, en ocasiones, es de procedencia dudosa.
- Regular los espectáculos que usan fauna silvestre, cuya tenencia es ilegal en muchos casos, especialmente en casos en los que los actos se llevan a cabo con base en la violencia, y se mantiene a los animales en condiciones de salud deficientes.
- Incrementar el personal en las dependencias encargadas de la inspección y vigilancia de la fauna silvestre y establecer mecanismos más estrictos de control para evitar el saqueo de especies y su venta ilegal.
- Implementar programas de educación ambiental para incrementar los niveles culturales para concientizar a la población de los aspectos negativos de la fauna silvestre.
- Desarrollar estrategias a escala nacional que informen sobre la denuncia, educación y participación en el cuidado de las especies de fauna en peligro de extinción con las que se trafica y, por otro lado, explicar a la ciudadanía su importancia como patrimonio nacional y cultural.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

ASOCAE. Asociación Española para la Cultura, el Arte y la Educación. 2014. Comercio internacional de animales y plantas 1a parte. En: ‹*http://www.natureduca.com/conserva_comercio1.php*›, última consulta: 25 de julio de 2014.

Broad, S., T. Mulliken y D. Roe. 2001. The nature and extent of legal and illegal trade in wildlife. En: *The trade in wildlife: regulation for conservation*. S. Oldfield (ed.). Earthscan, Londres, pp. 3-22.

Cantú-Guzmán, J.C., M.E. Sánchez-Saldaña, W. Grosselet y J. Silva-Gámez. 2007. *Tráfico ilegal de pericos en México: una evaluación detallada*. Defenders of Wildlife, Washington.

CCA. Comisión para la Cooperación Ambiental de Ámerica del Norte. 2005. *El comercio ilegal de flora y fauna silvestres. Perspectiva de América del Norte*. CCA, Canadá.

Congreso de la Unión. 1931. Código Penal Federal. Publicado el 14 de agosto de 1931 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 18 de julio de 2016.

Jolon-Morales, M.R. 2008. *Estudio analítico del impacto de las acciones de extracción y tráfico de vida silvestre en la región de la selva Maya*. Informe final. CONAP/CONANP/MRNMA/CATIE, Guatemala.

Moyle, B. 1998. The bioeconomics of illegal wildlife harvesting: an outline of the issues. *Journal of International Wildlife Law and Policy* 1:95-111.

Naranjo, E.J., R. Dirzo, J.C. López *et al*. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: *Capital natural de México, vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 247-276.

PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. 2009. *La vida silvestre y su protección legal*. PROFEPA, México.

Ramsar. The Ramsar Convention of Wetlands. En: ‹*http://www.ramsar.org*›, última consulta: 25 de junio de 2014.

Reuter, A. y P. Mosig. 2010. Comercio y aprovechamiento de especies silvestres en México: observaciones sobre la gestión, tendencias y retos relacionados. TRAFFIC, México.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

——. 2006. Programa de Conservación de la Vida silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000. SEMARNAT, México.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Organismos que causan enfermedades a las plantas

Carlos Fredy Ortiz García, Magdiel Torres de la Cruz y Eder Ramos Hernández

Introducción

Las características climáticas y ubicación geográfica de Tabasco permiten el desarrollo de una diversidad de especies vegetales útiles en la agricultura (Gómez-Pompa 1985), la cual comprende especies de cultivos anuales y perennes, principalmente de maíz, frijol, caña de azúcar, cacao, cítricos, café y plátano, por lo que es una actividad económica relevante. Sin embargo, la producción está en constante amenaza de enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus, animales y plantas superiores, además de los impactos negativos de factores abióticos como contaminantes atmosféricos, carencia de nutrimentos e inundaciones (Chase *et al*. 1995). Los organismos considerados patógenos para las plantas están incluidos en los reinos propuestos por Whittaker (1969) y el reino Straminipila (Dick 2001), en el cual se clasifican a organismos parecidos a los hongos, y virus, los cuales son agentes infecciosos acelulares (Hurst 2000).

Las enfermedades de las plantas se presentan en ecosistemas naturales y en agroecosistemas,[1] pero la mayor incidencia se registra en cultivos agrícolas de poca diversidad (Gliessman 2002). Para referirnos a los organismos y agentes infecciosos acelulares (por ejemplo los virus) que causan enfermedades a las plantas se usará el término *fitopatógenos*. Aunque este término asume una connotación perjudicial por los efectos que pueden causar a los cultivos y, en ocasiones, a la vegetación nativa, los autores del presente trabajo consideran que su presencia es un componente de la diversidad de especies existentes en la entidad.

Organismos y agentes infecciosos acelulares fitopatógenos

Hongos

De los diversos microorganismos que atacan a las plantas, los hongos verdaderos (Reino: Fungi) son el grupo que más enfermedades ocasiona (Kendrick 2000). Los estudios hechos en Tabasco consideran 55 especies de hongos, que pertenecen a 43 órdenes (cuadro 1). Incluyen especies introducidas (de reencuentro) como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (mal de Panamá del plátano), *Mycosphaerella fijiensis* (sigatoka negra) y *Moniliophthora roreri* (moniliasis del cacao), con relevante impacto en las plantaciones y en la economía. Los cultivos con más especies de hongos fitopatógenos reportados son el maíz, caña de azúcar y cacao con 15, 12 y 11 especies, respectivamente (Hernández-Díaz 1984, López 1993, Ortiz-García 1996, Tinoco *et al*. 2002, Sierra-Macías *et al*. 2004, Valdez-Balero *et al*. 2005, Phillips-Mora *et al*. 2006; cuadro 2).

Los hongos asociados a las especies forestales también son de carácter nativo e introducidos, y llegan a atacar las plantaciones de forma severa, como el caso de la roya (*Olivea* sp.) sobre follaje de teca (*Tectona grandis*; figura 1).

Pseudohongos

Los pseudohongos son organismos fungosos que pertenecen al reino Straminipila (Dick 2001), los cuales se diferencian de los hongos verdaderos en que poseen celulosa en la pared celular en lugar de quitina, además

[1] Agroecosistema: ecosistema modificado y manipulado por el hombre, en el que se producen alimentos, materias primas, servicios ambientales, entre otros.

Ortiz-García, C.F., M. Torres-de la Cruz y E. Ramos-Hernández. 2019. Organismos que causan enfermedades a las plantas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 165-175.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Listado de hongos fitopatógenos reportados para Tabasco.

Género	Nombre científico
Alternaria	*Alternaria* sp.
Aspergilus	*Aspergilus* sp.
Asperisporium	*Asperisporium caricae*
Capnodium	*Capnodium citri*
Cephalosporium	*Cephalosporium sacchari*
Ceratocystis	*Ceratocystis fimbriata*
	Ceratocystis paradoxa
Cercospora	*Cercospora capsici*
Colletotrichum	*Colletotrichum acutatum*
	Colletotrichum falcatum
	Colletotrichum gleoeosporioides
Cordana	*Cordana musae*
Corynespora	*Corynespora cassicola*
Curvularia	*Curvularia lunata*
	Curvularia pallescens
Cytospora	*Cytospora sacchari*
Diaporthe	*Diaporthe citri*
Didymella	*Didymella caricae*
Diplodia	*Diplodia maydis*
Fusarium	*Fusarium moniliforme*
	Fusarium oxysporum
	Fusarium rigidiuscula
Helminthosporium	*Helminthosporium maydis*
	Helminthosporium turcicum
	Helmintosporium sacchari
Isariopsis	*Isariopsis griseola*
Lasiodiplodia	*Lasiodiplodia theobromae*
Leptosphaeria	*Leptosphaeria sacchari*
Macrophomina	*Macrophomina phaseolina*
Macrophoma	*Macrophoma* sp.
Magnaporthe	*Magnaporthe grisea*
Microcyclus	*Microcyclus ulei*
Moniliophthora	*Moniliophthora roreri*
Mycosphaerella	*Mycosphaerella citri*
	Mycosphaerella fijiensis
	Mycosphaerella musicola
Nigrospera	*Nigrospera orizae*
Passalora	*Passalora koepkey*
Pellicularia	*Pellicularia koleroga*
Penicillum	*Penicillum oxalicum*
Physoderma	*Physoderma maydis*
Pestalotiopsis	*Pestalotiopsis palmarum*
Pestalotia	*Pestalotia* sp.
Pilidiella	*Pilidiella diplodiella*
Phyllachora	*Phyllachora maydis*
Physoderma	*Physoderma maydis*
Puccinia	*Puccinia maydis*
	Puccinia melanocephala
Rhizoctonia	*Rhizoctonia solani*
Rosellina	*Rosellina bunodes*
	Rosellina pepo
Thanatephorus	*Thanatephorus cucumeris*
Uromyces	*Uromyces phaseoli*
Ustilago	*Ustilago maydis*
Ustulina	*Ustulina deusta*

Fuente: Ulloa 1974, Acosta-Durán 1981, Rocha-Peña y Chan-Sánchez 1983, Hernández-Díaz 1984, Guerra-Santos 1985, Ramírez 1988, López 1993, Ortiz-García 1996, Mirafuentes-Hernández 1997, Curti-Díaz *et al.* 1998, Orozco-Santos 1998, García-De la Cruz 2001, Tinoco *et al.* 2002, Moscoso-Ramírez *et al.* 2002, González-Arias 2003, Sierra-Macías *et al.* 2004, Valdez-Balero *et al.* 2005, Phillips-Mora *et al.* 2006, Murillo-De la Rosa 2007, y García-Angulo *et al.* 2010.

Cuadro 2. Listado de enfermedades reportadas por cultivo en Tabasco.

Cultivo	Enfermedad	Agente causal	Tipo de organismo
Cacao			
	Mancha negra	*Phytophthora capsici*	Pseudohongo
	Moniliasis	*Moniliophthora roreri*	Hongo
	Antracnosis	*Colletotrichum gleoeosporioides*	Hongo
	Mal del machete	*Ceratocystis fimbriata*	Hongo
	Pudrición de la raíz	*Rosellina pepo*	Hongo
	Pudrición de la raíz	*Rosellina bunodes*	Hongo
	Bubas	*Glomerela rigidiuscula; Fusarium decemcellulare*	Hongo
	Muerte descendente	*Lasiodiplodia theobromae*	Hongo
	Muerte descendente	*Colletotrichum gleoeosporioides*	Hongo
	Muerte descendente	*Fusarium* sp.	Hongo
	Mal de hilachas	*Pellicularia koleroga*	Hongo
	Fumagina	*Capnodium* sp.	Hongo
Pataste			
	Pudrición de la mozorca	*Phytophthora capsici*	Hongo
	Moniliasis	*Moniliophthora roreri*	Hongo
Plátano			
	Sigatoka negra	*Mycosphaerella fijiensis*	Hongo
	Sigatoka amarilla	*Mycosphaerella musicola*	Hongo
	Mal de Panamá	*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*	Hongo
	Mancha café	*Cordana musae*	Hongo
	Mancha Johnston	*Pyricularia grisae*	Hongo
	Mancha diamante	*Cercospora haydi – Fusarium solanie* y *F. roseum*	Hongos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Cultivo	Enfermedad	Agente causal	Tipo de organismo
	Pudrición del cormo	*Pectobacterium carotovorum* (*Erwinia carotovora*)	Bacteria
	Moko bacteriano	*Burkholderia solanacearum* (*Ralstonia solanacearum*)	Bacteria
	Barrenador del tallo	*Radopholus similis*	Nematodo
	Nematodo nodulador	*Meloidogyne* spp.	Nematodo
	Nematodo de espiral	*Helicotylenchus* sp.	Nematodo
Heliconias			
	Mancha café	*Helmintosporium* sp.	Hongo
	Moko bacteriano	*Burkholderia solanacearum* (*Ralstonia solanacearum*)	Bacteria
Papaya			
	Mancha anular	*Papayo ring spot virus*	Virus
	Necrosis apical del papayo	*Papaya apical necrosis virus*	Virus
	Antracnosis	*Colletotrichum gleoeosporioides*	Hongo
	Secadera (en vivero)	*Pythium* sp.	Pesudohongo
	Secadera (en vivero)	*Fusarium* sp.	Hongo
	Secadera (en vivero)	*Phytophthora parasítica*	Pseudohongo
	Secadera (en vivero)	*Phytophthora palmivora*	Pseudohongo
	Secadera (en vivero)	*Rhizoctonia* sp.	Hongo
	Pudrición de cuello	*Phytophthora palmivora*	Pseudohongo
	Pudrición de cuello	*Phytophthora nicotinae*	Pseudohongo
	Pico de loro	*Corynespora cassicola*	Hongo
	Nematodos	*Meloidogyne* sp.	Nematodo
	Otros	*Didymella caricae*	Hongo
	Otros	*Asperisporium caricae*	Hongo
Cítricos			
	Gomosis	*Phytophthora parasítica*	Pseudohongo
	Cáncer basal	*Ustulina deusta*	Hongo
	Mancha grasienta	*Mycosphaerella citri*	Hongo
	Caída del fruto pequeño	*Colletotrichum acutatum*	Hongo
	Antracnosis del fruto	*Coletotrichum gloeosporioides*	Hongo
	Melanosis	*Diaporthe citri*	Hongo
	Roña	*Elsinoe fawcettii*	Hongo
	Fumagina	*Capnodium citri*	Hongo
	Tristeza de los cítricos	*Citrus tristeza virus*	Virus
	Leprosis	*Leprosis citrus virus*	Virus
	Caquexia	*Citrus cachexia viroid*	Viroides
	Exocortis	*Citrus exocortis viroid*	Viroides
Piña			
	Pudrición de la raíz	*Phytophthora citricola*	Pseudohongo
	Pudrición de la raíz	*Pythium* sp.	Pseudohongo
	Pudrición de la raíz	*Fusarium* sp.	Hongo
	Nematodos	*Meloydogine incognita*	Nematodo
	Nematodos	*Pratylenchus* sp.	Nematodo
	Nematodos	*Tylenchulus semipenetrans*	Nematodos
	Marchitez rosada	*Pineapple mealybug wilt-associated virus*	Virus
Caña de azúcar			
	Roya café	*Puccinia melanocephala*	Hongo
	Pudrición de raíz	*Pythium arrhenomanes*	Pseudohongo
	Carbón	*Ustilago scitaminea*	Hongo
	Pokkah-boend	*Fusarium moniliforme*	Hongo
	Mal de la piña	*Ceratocystis paradoxa*	Hongo
	Muermo rojo	*Colletotrichum falcatum*	Hongo
	Mancha de anillo	*Leptosphaeria sacchari*	Hongo
	Pudrición de la vaina	*Cytospora sacchari*	Hongo
	Marchitez	*Cephalosporium sacchari*	Hongo
	Mancha de ojo	*Helmintosporium sacchari*	Hongo
	Mosaico	*Sugarcane mosaic virus*	Virus
	Raya roja de la caña de azúcar	*Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (*Pseudomonas rubrilineans*)	Bacteria
	Escaldadura de la hoja	*Xanthomonas albilineans*	Bacteria
	Peca amarilla	*Passalora koepkei* (*Cercospora koepkei*)	Hongo
	Otras	*Aspergillus* sp.	Hongo
	Otras	*Nigrospora* sp.	Hongo
	Otras	*Alternaria* sp.	Hongo

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Cultivo	Enfermedad	Agente causal	Tipo de organismo
Arroz			
	Quema del arroz	*Magnaporthe grisea* (*Pyricularia grisea*)	Hongo
	Mancha café	*Helmintosporium* sp.	Hongo
	Nematodos	*Helicotylenchus* sp.	Nematodo
	Nematodos	*Tylenchorhynchus* sp.	Nematodo
	Nematodos	*Aphelenchoides* sp.	Nematodo
	Nematodos	*Criconemoides* sp.	Nematodo
	Nematodos	*Tylenchus* sp.	Nematodo
Cocotero			
	Amarillamiento letal	*Candidatus* Phytoplasma palmae	Bacteria (Fitoplasma)
	Anillo rojo	*Bursaphelenchus cocophilus*	Nematodo
	Marchitez	*Ceratocystis paradoxa*	Hongo
	Marchitez	*Graphium* sp.	Hongo
	Mancha aceitosa	*Clasterosporium* sp.	Hongo
	Marchitez	*Cladosporium* sp.	Hongo
	Marchitez	*Thielaviopsis* sp.	Hongo
	Pudrición de cogollo	*Phytophthora* sp.	Pseudohongo
	Tizón foliar	*Lasiodiplodia theobromae*	Hongo
	Mancha gris	*Pestalotiopsis palmarum*	Hongo
	Helmintosporiosis	*Helmintosporium* sp.	Hongo
Maíz			
	Pudrición de la raíz	*Diplodia maydis*	Hongo
	Pudrición de la raíz	*Phytium aphanidermatum*	Pseudohongo
	Pudrición de la raíz	*Nigrospera orizae*	Hongo
	Pudrición carbonosa del tallo	*Macrophomina phaseolina*	Hongo
	Pudrición de la mazorca	*Fusarium moniliforme*	Hongo
	Roya	*Puccinia maydis*	Hongo
	Roya tropical	*Physopella zeae*	Hongo
	Tizón foliar	*Helminthosporium turcicum*	Hongo
	Tizón foliar	*Helminthosporium maydis*	Hongo
	Mancha foliar	*Curvularia lunata*	Hongo
	Mancha foliar	*Curvularia pallescens*	Hongo
	Peca café	*Physoderma maydis*	Hongo
	Mancha de asfalto	*Phyllachora maydis*	Hongo
	Huitlacoche	*Ustilago maydis*	Hongo
	Marchitamiento	*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (*Erwinia stewartii*)	Bacteria
	Pudrición del tallo	*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (*Erwinia stewartii*)	Bacteria
	Achaparramiento	*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (*Erwinia stewartii*)	Bacteria
	Rayado del maíz	*Acidovorax avenae* subsp. *avenae* (*Pseudomonas rubrilineans*)	Bacteria
	Otros	*Penicillum oxalicum*	Hongo
	Otros	*Apergilus* sp.	Hongo
Chile			
	Marchitez del chile	*Phytophthora capsici*	Pseudohongo
	Ahogamiento o damping off	*Pythium debariarum*	Pseudohongo
	Ahogamiento o damping off	*Fusarium oxysporum*	Hongo
	Ahogamiento o damping off	*Rhizoctonia solani*	Hongo
	Ahogamiento o damping off	*Phytophthora* sp.	Pseudohongo
	Mancha de la hoja y del tallo	*Cercospora capsici*	Hongo
	Mancha bacteriana	*Xanthomonas vesicatoria*	Bacteria
Frijol			
	Mustia hilachoza	*Thanatephorus cucumeris*	Hongo
	Roya	*Uromyces phaseoli*	Hongo
	Mancha angular	*Isariopsis griseola*	Hongo
Vainilla			
	Pudrición foliar	*Phytophthora capsici*	Pseudohongo
Mango			
	Antracnosis	*Colletotrichum gloeosporiodes*	Hongo
	Roña	*Elsinoe mangiferae*	Hongo
	Fumagina	*Capnodium mangiferae*	Hongo

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Continuación.

Cultivo	Enfermedad	Agente causal	Tipo de organismo
Cedro			
	Marchitez	*Ceratocistis* sp.	Hongo
Eucalipto			
	Marchitez	*Ceratocistis* sp.	Hongo
Hule			
	Mal suramericano	*Microcyclus ulei*	Hongo
Jamaica			
	Mancha acuosa	*Pilidiella diplodiella (Phoma diplodiella)*	Hongo
	Pudrición radicular	*Phytophtora* sp.	Pseudohongo
	Pudrición radicular	*Fusarium* sp.	Hongo
	Mancha foliar	*Curvularia* sp.	Hongo
	Mancha foliar	*Cercospora* sp.	Hongo
	Mancha foliar	*Helminthosporium* sp.	Hongo
	Mildiu	*Peronospora* sp.	Pseudohongo
	Mildiu	*Pseudosperonospora* sp.	Pseudohongo
Guanábana			
	Antracnosis	*Colletotrichum gloeosporioides*	Hongo
	Otras	*Macrophoma* sp.	Hongo
	Otras	*Pestalotia* sp.	Hongo
Sandía			
	Chamusco	*Pseudoperonospora cubensis*	Pseudohongo
Melón			
	Mildiu	*Pseudoperonospora cubensis*	Pseudohongo
Calabaza			
	Mildiu	*Pseudoperonospora cubensis*	Pseudohongo
Tabaco			
	Moho azul	*Peronospora tabacina*	Pseudohongo
Café			
	Roya	*Hemileia vastatrix*	Hongo
	Antracnosis	*Colletotrichum gloeosporioides*	Hongo
	M. de hierro	*Cercospora caffeicola*	Hongo
	Ojo de gallo	*Mycena citricolor*	Hongo
	Derrite	*Phoma costarricenses*	Hongo
	Mal rosado	*Corticium salmonicolor*	Hongo
	Mal de hilachas	*Pellicularia koleroga*	Hongo
Yuca			
	Superalargamiento	*Sphaceloma manihoticola*	Hongo
	Mancha café	*Cercospora henningsii*	Hongo
	Antracnosis	*Glomerella manihotis*	Hongo
	Mancha blanca	*Cercospora* sp.	Hongo
	Tizón foliar	*Xanthomonas manihotis*	Bacteria
Tomate			
	Ahogamiento	*Fusarium* spp.; *Pythium* sp. *o Rhizoctonia solani*	Hongo
	Tizón temprano	*Alternaria solanie*	Hongo
	Tizón tardío	*Phytopththora infestans*	Hongo
	Moho gris	*Cladosporium fulvum*	Hongo
	Mancha gris	*Stemphillum solani*	Hongo
	Mancha sureña	*Sclerotium rolfsii*	Hongo
	Mancha bacterial	*Xanthomonas vesicatoria*	Bacteria
	Pudrición del tallo	*Eswinia* sp.	Bacteria
	Agalladores	*Meloidogyne* sp.	Nematodo

Fuente: Ulloa 1974, Mundo-Ocampo 1974, 1977, Rocha-Peña y Chan-Sánchez 1983, Hernández-Díaz 1984, Guerra-Santos 1985, Ramírez 1988, López 1993, Ortíz-García 1996, Mirafuentes-Hernández 1997, 1998, Curti-Díaz *et al.* 1998, Orozco-Santos 1998, Becerra *et al.* 1999, Méndez 1999, Alvarado-Gómez *et al.* 2000, Moscoso-Ramírez 2000, García-De la Cruz 2001, Tinoco *et al.* 2002, Moscoso-Ramírez *et al.* 2002, Saldaña-Hernández 2002, González-Arias 2003, Sierra-Macías *et al.* 2004, Góngora-Canul *et al.* 2004, Valdez-Balero *et al.* 2005, Phillips-Mora *et al.* 2006, Murillo-De la Rosa 2007, García-Angulo *et al.* 2010, y Estrada-Cruz 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Árbol de teca con roya: a) aspecto de la hoja con roya, b) presencia de roya en hoja, y c) roya *Olivea* sp. Fotos: Carlos Fredy Ortiz García.

de que presentan flagelo filamentoso y proximidad genética con las algas cafés y diatomeas. Dentro de este grupo se reportan para Tabasco los géneros *Phytophthora* (figura 2) y *Pythium* con cinco y tres especies, respectivamente, y los géneros *Peronospora y Pseudoperonospora* con una especie cada uno (cuadro 3).

Bacterias

Las bacterias son el segundo grupo más importante dentro de los fitopatógenos [Reino: Eubacteria (Moneras)] (Bull *et al.* 2008). En Tabasco se han reportado cinco especies que pertenecen a cinco géneros, además de un fitoplasma[2] (Clase: Mollicutes, Categoría: *Candidatus*)[3] que causa el amarillamiento letal del cocotero (cuadro 4). Una de las especies bacterianas de mayor importancia es *Burkholderia solanacearum*, que causa el Moko bacteriano o Moko del plátano, enfermedad sujeta a cuarentena[4] (Martínez–Bolaños y Ramírez-Sandoval 2004; cuadro 2; figura 3).

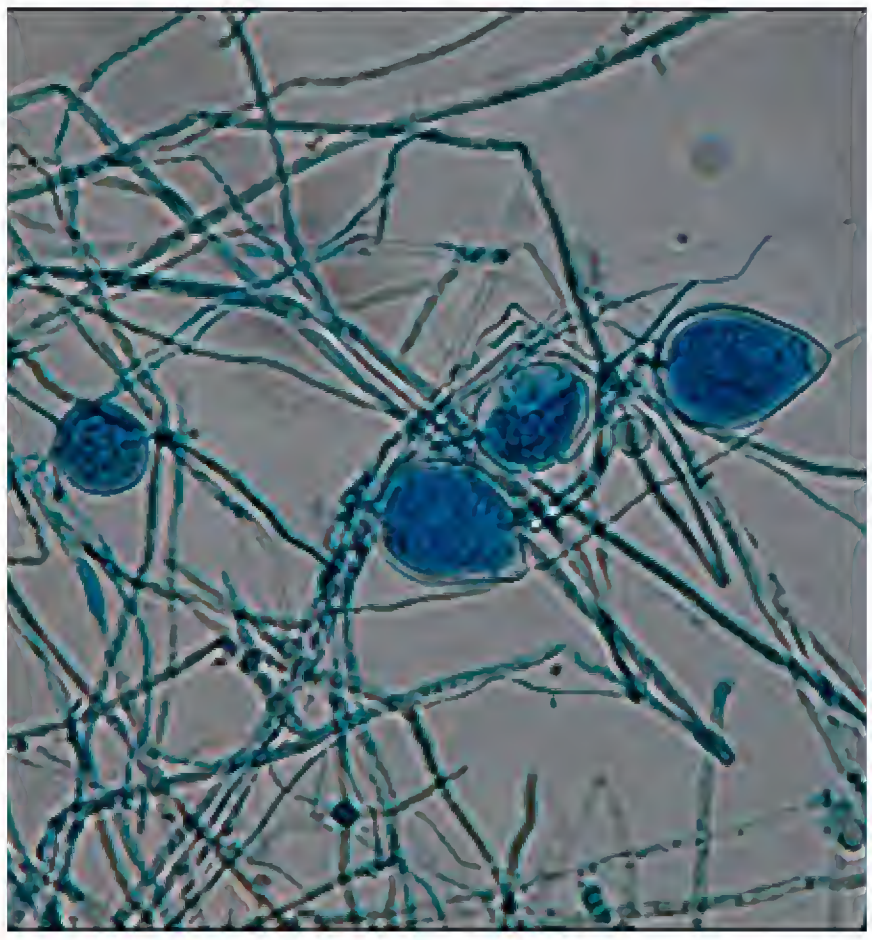


Figura 2. Esporangios de *Phytophthora parasítica,* agente causal de gomosis en cítricos. Foto: Carlos Fredy Ortiz García.

[2] Fitoplasma: bacteria sin pared celular, de forma filamentosa o pleomórfica, limitada al floema (tejido vegetal encargado de transportar sustancias orgánicas).
[3] *Candidatus*: categoría taxonómica de procariontes, de los cuales se dispone de alguna información, pero se carece del conocimiento de las características
[4] Enfermedad sujeta a cuarentena: enfermedad pestífera cuyos focos deben ser declarados a los organismos sanitarios, y cuyos casos deben ser descubiertos por la vigilancia sanitaria.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Listado de pseudohongos fitopatógenos reportados para Tabasco.

Género	Nombre científico
Pythium	*Pythium arrhenomanes*
	P. aphanidermatum
	P. debariarum
Phytophthora	*Phytophthora citrícola*
	P. capsici
	P. palmivora
	P. parasitica
	P. nicotinae
Peronospora	*Peronospora tabacina*
Pseudoperonospora	*Pseudoperonospora cubensis*

Fuente: Hernández-Díaz 1984, Ortiz-García 1996, Mirafuentes-Hernández 1997, García-De la Cruz 2001, Tinoco *et al*. 2002, Moscoso-Ramírez *et al*. 2002, Saldaña-Hernández 2002, González-Arias 2003, Ortiz-García y López-Andrade 2004, Pérez-Acosta 2008.

Cuadro 4. Listado de bacterias fitopatógenas reportados para Tabasco.

Género	Nombre científico	Sinonimia
Acidovorax	*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*	*Pseudomonas rubrilineans*
Burkholderia	*Burkholderia solanacearum*	*Ralstonia olanacearum*
Candidatus	*Candidatus*	*Phytoplasma palmae*
Pantoea	*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*	*Erwinia stewartii*
Pectobacterium	*Pectobacterium carotovorum*	*Erwinia carotovora*
Xanthomonas	*Xanthomonas vesicatoria*	
	X. albilineans	
	X. manihotis	

Fuente: Hernández-Díaz 1984, Orozco-Santos 1998, Mirafuentes-Hernández 1998, Tinocco *et al*. 2002, Martínez-Bolaños y Ramírez-Sandoval 2004, Góngora-Canul *et al*. 2004.

Figura 3. Síntomas del Moko bacteriano en plantas de banano: a) marchitez foliar, b) pudrición de frutos, y c) pseudotallo con necrosamiento de los vasos conductores. Fotos: Carlos Fredy Ortiz García.

Nematodos

Los nematodos fitopatógenos (Reino: Animal, *Phylum*: Nemata) afectan la producción de cultivos anuales y perennes (Dropkin 1989). Se caracterizan por poseer un estilete (aguja) hueco y movible que les permite succionar nutrimentos de su hospedero. Pueden afectar el sistema de raíces o las hojas. En Tabasco se han reportado 10 especies que representan a 10 géneros (cuadro 5). El arroz es el cultivo en que se ha registrado la mayor cantidad de nematodos fitopatógenos (cinco especies); sin embargo, por su importancia destacan las especies *Radopholus similis*, conocidas como nematodo barrenador del tallo del plátano, y *Tylenchulus semipenetrans*, que infecta diferentes especies de cítricos (Mundo-Ocampo 1977) (cuadro 2; figura 4).

Virus

Los virus fitopatógenos son agentes infecciosos que carecen de células (Dominio: Akamara, Reino: Euviria; Hurst 2000) que alteran el metabolismo de la planta, lo que origina que la célula sintetice sustancias ajenas a ésta –pero necesarias para el virus– e influyen negativamente

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 5. Listado de nematodos fitopatógenos reportados para Tabasco.

Género	Nombre científico
Pratylenchus	*Pratylenchus* sp.
Aphelenchoides	*Aphelenchoides* sp.
Bursaphelenchus	*Bursaphelenchus cocophilus*
Criconemoides	*Criconemoides* sp.
Helicotylenchus	*Helicotylenchus* sp.
Meloydogine	*Meloydogine incognita*
Tylenchorhynchus	*Tylenchorhynchus* sp.
Tylenchus	*Tylenchus* sp.
Tylenchulus	*Tylenchulus semipenetrans*
Macrophosthonia	*Macrophosthonia* sp.
Xiphinema	*Xiphinema* sp.
Longiduros	*Longiduros* sp.
Hoplolaimus	*Hoplolaimus* sp.
Ditylenchus	*Ditilenchus* sp.
Radopholus	*Radopholus similis*
	Radopholus sp.

Fuente: Mundo-Ocampo 1974, 1977, Ruiz-Beltrán 1975, Moscoso-Ramírez 2000, García-De la Cruz 2001.

en las funciones normales de la planta. En Tabasco se han reportado seis especies incluidas en los géneros *Closterovirus, Potyvirus* y *Rhabdovirus* (cuadro 6). Las enfermedades virales más importantes son la tristeza de los cítricos (*Citrus tristeza virus*) y mancha anular del papayo (*Papayo ring spot virus*; figura 5; cuadro 2).

De acuerdo con Hurst (2000), existen dos viroides (virus con RNA que no codifican proteínas; Dominio: Akamara, Reino: Viroidia), que infectan cítricos: *Citrus cachexia viroid* y *Citrus exocortis viroid*, agentes causales de caquexia y exocortis respectivamente (cuadros 2 y 6).

Cuadro 6. Listado de virus y viroides fitopatógenos reportados para Tabasco.

Género	Especie
Closterovirus	*Citrus tristeza virus*
	Pineapple mealybug wilt-associated virus
Potyvirus	*Papayo rings spot virus*
	Sugarcane mosaic virus
Rhabdovirus	*Papaya apical necrosis virus*
	Leprosis citrus virus
*Closterovirus**	*Citrus cachexia viroid*
*Pospiviroid**	*Citrus exocortis viroid*

* Viroides. Fuente: Hernández-Díaz 1984, Curti-Díaz *et al.* 1998, Becerra *et al.* 1999, Méndez 1999, Alvarado-Gómez *et al.* 2000, Estrada-Cruz 2010.

Conclusión y recomendaciones

El conocimiento de la diversidad de fitopatógenos, tanto organismos como agentes infecciosos acelulares, es de particular relevancia no sólo porque forman parte de la biodiversidad de Tabasco, también por los problemas que causan a los cultivos que resultan en el incremento de los costos de producción.

A pesar del conocimiento actual de organismos fitopatógenos en la entidad, no existen estudios que confirmen la presencia de otros organismos patógenos de plantas y agentes infecciosos acelulares, cuya confirmación permita conocer con más precisión su diversidad en el estado. Así también, llevar a cabo

Figura 4. Presencia de nematodo en raíz de Musaceae: a) nódulo radical causado por el género *Meloidogyne* sp. en ginger roja, y b) agalla con presencia de hembras de *Meloidogyne* sp. Fotos: Carlos Fredy Ortiz García.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. Síntomas del mosaico causado por el virus mancha anular del papayo: a) hoja, y b) fruto de papaya. Fotos: Carlos Fredy Ortiz García.

estudios filogenéticos de los organismos fitopatógenos presentes en Tabasco permitirá determinar su centro de origen respectivo.

Las enfermedades en ecosistemas naturales han sido poco estudiadas, siendo las áreas agrícolas de monocultivos donde se dispone de mayor información; sin embargo, el estudio de los fitopatógenos en la vegetación natural o de uso forestal también es relevante debido a las pérdidas de vegetación que pueden ocasionar en las áreas naturales y forestales por ser plagas potenciales, además de que la vegetación natural puede actuar como hospedero alternativo de algunos fitopatógenos. A pesar de su importancia, los recursos escasos destinados a su estudio se reflejan en el limitado conocimiento de ellos.

Referencias

Acosta-Durán, C.M. 1981. *Evaluación de pérdidas en la producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.), causada por la roya (Uromyces phaseoly var. tipica) la mustia hilachosa (Thanatophorus cucumeris) y la mancha angular (Isariopsis griseola) en la región de la Chontalpa, Tabasco, México*. Tesis de ingeniero agrónomo. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Tabasco.

Alvarado-Gómez, O.G., M.A. Rocha-Peña, S. Silva-Vara *et al.* 2000. *Citrus exocortis* and *citrus cachexia viroids* in commertial groves of Tahiti lime in México. En: *Proceedings of the 14th Conference of the IOCV*. J.V. Da Graca, R.F. Lee y R.K. Yokomi, Riverside, pp. 289-293.

Becerra, N.E., E. Cárdenas, H. Lozoya y R. Mosqueda. 1999. Rhabdovirus en papayo (*Carica papaya* L.) en el sureste de México. *Agronomía Mesoamericana* 10:85-90.

Bull, C.T., S.H. De Boer, T.P. Denny *et al.* 2008. Demystifying the nomenclature of bacterial plant pathogens. *Journal of Plant Pathology* 90:403-417.

Chase, A.R., M.L. Daughtrey y G.W. Simone. 1995. *Diseases of annuals and perennials. A ball guide: identification and control*. Ball Publishing, Batavia.

Curti-Díaz, S.A., U. Díaz-Zorrilla, X. Loredo-Salazar *et al.* 1998. *Manual de producción de naranja para Veracruz y Tabasco*. Libro Técnico núm. 2. CIRGOC/INIFAP/SAGAR, México.

Dick, M.W. 2001. *Straminipilous Fungi: systematics of the peronosporomycetes including accounts of the marine straminipilous protists, the plasmodiophorids and similar organisms*. Kluwer Academic Publishers, Holanda.

Dropkin, V.H. 1989. *Introduction to plant nematology*. John Wiley and Sons, Nueva York.

Estrada-Cruz, E. 2010. Leprosis de los cítricos. *Agroentorno* 124:16-17.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

García-Angulo, J.L., J.A. Jiménez-Chong, L. Tavitas-Fuentes y L. Hernández-Aragón. 2010. Selección de líneas de arroz bajo temporal en la región central del golfo de México. *Naturaleza y Desarrollo* 8:6-18.

García-De la Cruz, R. 2001. *Efecto de la rotación con leguminosas sobre los fitopatógenos de la raíz de la piña (Ananas comosus (L.) Merr) y productividad de cultivos intercalados en Huimanguillo, Tabasco, México*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, México.

Gliessman, S.R. 2002. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE, Costa Rica.

Gómez-Pompa, A. 1985. *Los recursos bióticos de México: reflexiones*. Alhambra, México.

Góngora-Canul, C.C., O. Pérez-Hernández, O. Pech-Cauich *et al*. 2004. Gradientes de diseminación del amarillamiento letal en cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Yucatán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:370-376.

González-Arias, L. 2003. *Diagnóstico nutrimental y patológico del cultivo de guanábana (Annona muricata L.) en el estado de Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Tabasco.

Guerra-Santos, J.J. 1985. *Hongos asociados al follaje de doce especies forestales tropicales en el estado de Tabasco*. Tesis de ingeniero agrónomo. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Tabasco.

Hernández-Díaz, L. 1984. *Estimación de las enfermedades de la hoja de la caña de azúcar en el estado de Tabasco*. Tesis de ingeniero agrónomo. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Tabasco.

Hurst, C. 2000. An introduction to viral taxonomy and the proposal of Akamara, a potential domain for the genomic acellular agents. En: *Viral ecology*. C. Hurst (ed.). Academic Press, San Diego, pp. 41-62.

Kendrick, B. 2000. *The fifth kingdom*. Focus Publishing, Massachusetts.

López, A.P. 1993. *Descripción y control de las enfermedades del cacao en Tabasco*. Folleto técnico núm. 7. SARH/INIFAP, Tabasco.

Martínez-Bolaños, L. y G. Ramírez-Sandoval. 2004. Manejo fitosanitario en la producción de banano, con énfasis en el manejo del Moko bacteriano. En: *Memorias del Simposio Nacional de Manejo Fitosanitario de Cultivos Tropicales*. Villahermosa.

Méndez, M.R. 1999. *Incidencia y distribución del virus de la mancha anular del papayo en Tabasco*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, Teapa.

Mirafuentes-Hernández, F. 1997. *Manual para producir papaya en Tabasco*. Folleto técnico núm. 9. ISPROTAB/INIFAP, Tabasco.

——. 1998. *Manual para producir chile en el estado de Tabasco*. ISPROTAB/INIFAP, Tabasco.

Moscoso-Ramírez, P.A. 2000. *Diagnóstico e importancia de las enfermedades en progenitores e híbridos de cocotero (Cocos nucifera) en Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

Moscoso-Ramírez, P.A., C.F. Ortiz-García, D. Palma-López *et al*. 2002. Incidencia de enfermedades letales en progenitores e híbridos de cocotero en Tabasco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 24:327-331.

Mundo-Ocampo, M. 1974. *Nematodos asociados con el cultivo del Arroz (Oryza sativa L.) en el plan Chontalpa (Tabasco) y su dinámica de población*. Tesis de licenciatura en biología. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

——. 1977. Estudios preliminares sobre el control químico de *Radopholus similis* Cobb. en Tabasco, México (*Musa sapientum*). En: *IX Reunión de Nematólogos de los Trópicos Americanos*. Lima, Perú.

Murillo-De la Rosa, A. 2007. *Diagnóstico e identificación de enfermedades del cultivo de jamaica (Hibiscus sabdaríffa L.) en la región Chontalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. Universidad Popular de la Chontalpa, Tabasco.

Orozco-Santos, M. 1998. *Manejo integrado de la sigatoka negra del plátano*. Folleto técnico núm. 1. SAGAR/INIFAP/CIPAC, Colima.

Ortiz-García, C.F. 1996. *Etude de la diversité génétique de populations de Phytophthora pathogéne du cacaoyer (Theobroma cacao L.) et du cocotier (Cocos nucifera L.)*. Tesis doctoral. Université Paul Sabatier-Centre, Toulouse.

Ortiz-García, C.F. y P.A. Lopez-Andrade. 2004. Especies de *Phytophthora* responsables de la mancha negra del cacao en México y estrategias de control. En: *Memoria Simposio Nacional de Manejo Fitosanitario de Cultivos Tropicales*. Tabasco.

Pérez-Acosta, J. 2008. *Selección de patrones de cítricos tolerantes al virus de la tristeza de los cítricos (VTC) con resistencia a la gomosis de los cítricos en la sabana de Huimanguillo, Tabasco*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Tabasco.

Phillips-Mora, W., A. Coutiño, C.F. Ortíz *et al*. 2006. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rod (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. *Plant Pathology* 55:584.

Ramírez, S.G. 1988. *La sigatoka negra del plátano en Tabasco: análisis de la epidemia y desarrollo de un modelo de pronóstico*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Estado de México.

Rocha-Peña, M.A. y R.D. Chan-Sánchez. 1983. Comportamiento de 20 genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a infecciones de la mustia hilachosa en el estado de Tabasco, México. *Turrialba* 33:405-408.

Ruiz-Beltrán, P. 1975. *Nematodos fitopatoparásitos del pasto alemán Echinochloa polystachia (HBK) Hitche, en el Plan Chontalpa. Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Saldaña-Hernández, M.I. 2002. *Diagnóstico de la pudrición de la raíz del papayo causada por Phytophthora sp. en la Chontalpa y Centro, Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, México.

Sierra-Macías, M., E.N. Becerra-Leor, A. Palafox-Caballero *et al.* 2004. Caracterización de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con alta calidad de proteína por su rendimiento y tolerancia a pudrición de mazorca en el sureste de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:268-276.

Tinoco, C.A., F.A. Rodríguez, J.A. Sandoval *et al.* 2002. *Manual para la producción de maíz para los estados de Veracruz y Tabasco*. Libro técnico núm. 9. INIFAP, Veracruz.

Ulloa, M. 1974. Mycoflora sucession in pozol from Tabasco, México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 8:17-48.

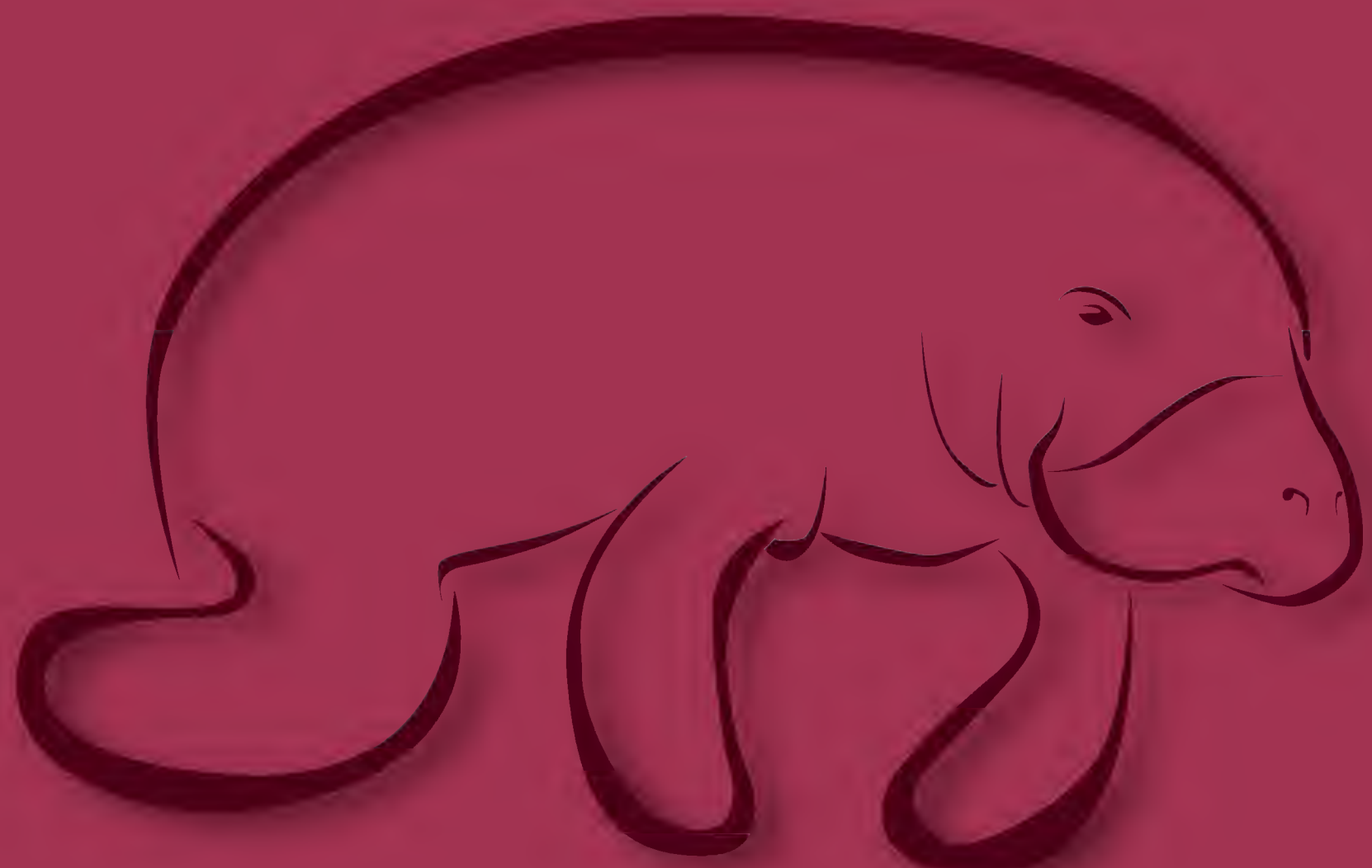
Valdez-Balero, A., P.A. Orellana-Pérez y F. Izquierdo-Reyes. 2005. Evaluación en campo de mutantes de caña de azúcar de la variedad 'SP 70-1284' obtenidos por mutagénesis *in vitro*. *Biotecnología Vegetal* 5:3-8.

Whittaker, R.H. 1969. New concepts of kingdoms or organisms. Evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms. *Science* 163:150-160.

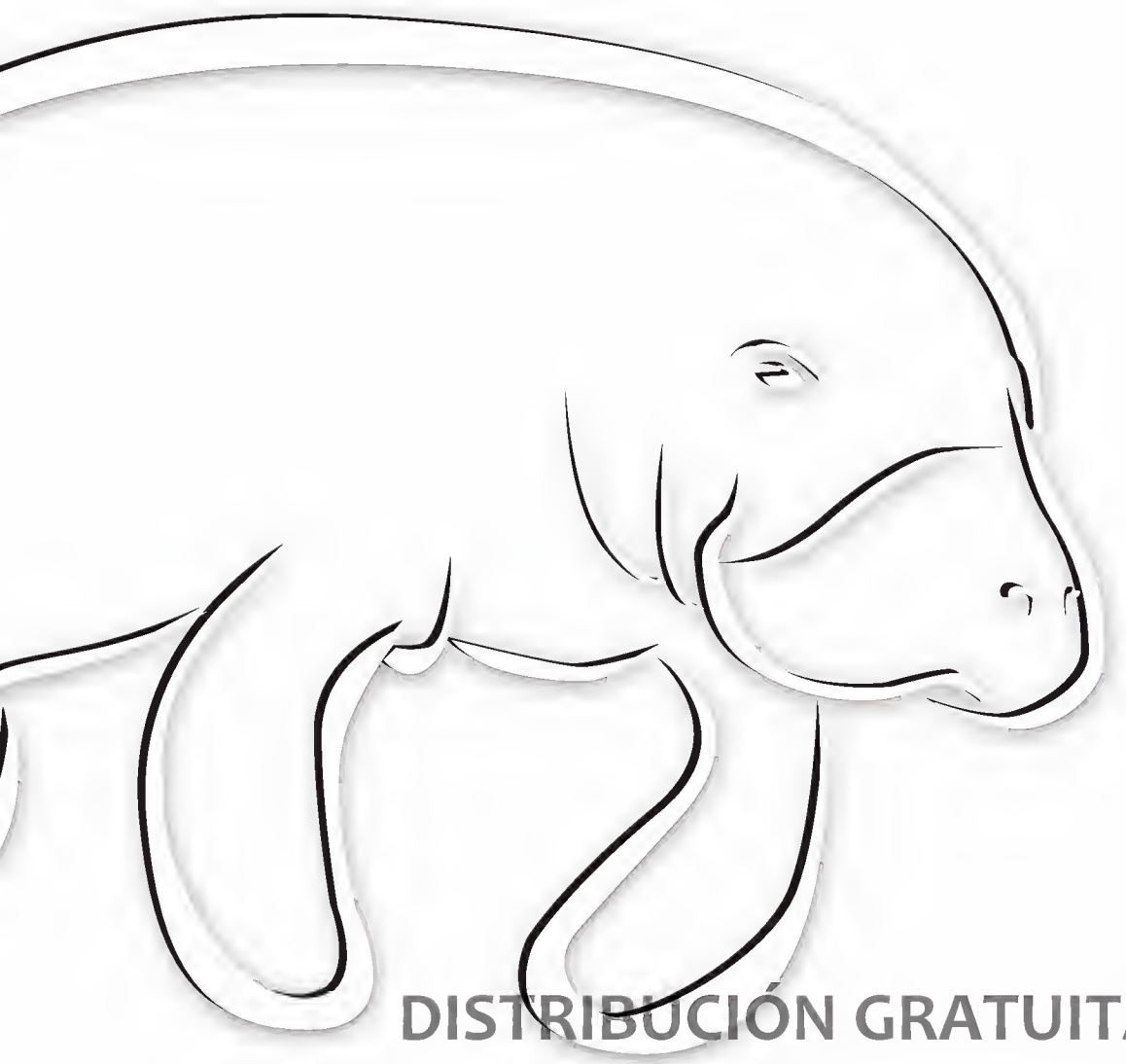
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Acciones de conservación 9



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Georgina Vargas Simón

En esta sección se distinguen las diferentes estrategias para conservar la biodiversidad. En el año 2008 se destacó la inclusión oficial de Tabasco al Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBM-M) que incluye cuatro microrregiones de la entidad: Sierra-Huimanguillo, Teapa-Tacotalpa, Macuspana y Tenosique-Centla, en donde interactúan 40 comunidades. Se pretende contar con diferentes proyectos que generen suficiente información que sirva de plataforma para el CBM en Tabasco y, a corto plazo, el objetivo es establecer las conexiones con los demás corredores ya constituidos en entidades aledañas (Chiapas y península de Yucatán).

Otra estrategia de conservación son las áreas naturales protegidas (ANP). Tabasco cuenta con 13, de las cuales dos son de carácter federal y 11 estatales que, en asociación, mantienen bajo protección 15.2% del territorio estatal y, si se operan adecuadamente, podrían conformar uno de los instrumentos más eficaces para la conservación *in situ* de la biodiversidad, tanto de especies como de ecosistemas. Por ejemplo, de acuerdo con un estudio en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC), se han identificado zonas estuarinas de importancia para la conservación de peces, ya que en ellas se albergan múltiples especies (138), entre ellas el robalo (*Centropomus* spp.), una especie de gran importancia comercial; lo anterior es un argumento firme para fortalecer los programas de conservación de la RBPC y de estos hábitats en la entidad. Como otro recurso en las ANP, se puede fomentar el etnoecoturismo como una fuente de ingresos para las comunidades indígenas, a la par que muestran y conservan su riqueza biológica. Se ejemplifica un diagnóstico hecho en el Parque Estatal de la Sierra ubicado en los municipios Teapa y Tacotalpa, donde algunos pobladores han iniciado diferentes actividades, como la renta de bicicletas, alquiler de equipo para rappel y recorridos a las grutas locales.

Otro aspecto esencial que se analiza en esta sección es el ordenamiento ecológico territorial de la entidad, basado en las condiciones geoecológicas del territorio y los datos de sus usos potenciales. Se destaca la importancia de incluir en el ordenamiento la valorización de los servicios ambientales que se obtienen de los ecosistemas, así como la vulnerabilidad del territorio por inundaciones, erosión costera y sequias, con el fin de reducir al mínimo la degradación o pérdida de los recursos naturales, y con ello mejorar la dirección de acciones de conservación y aprovechamiento sustentable.

Aunado a lo anterior, se destacan estudios relevantes para conservar la biodiversidad mediante diagnósticos en las zonas de La Chontalpa y Los Ríos para conformar unidades de manejo forestal (UMAFOR). Estas zonas son muy importantes por los relictos de selva primaria que aún existen. Como resultado del diagnóstico se sugiere desarrollar un programa de pagos por servicios ambientales (PSA) por captura de carbono, conservación de la biodiversidad, servicios hídricos, cultivos agroforestales bajo sombra y ecoturismo.

También se aborda el tema de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), que hasta 2011 se tenían registradas ante la SEMARNAT un total de 56, en las que se mantienen diferentes especies animales, entre ellas tortugas de agua dulce (*Trachemys venusta* y *Dermatemys mawii*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y cocodrilo (*Crocodylus moreletii*), palma (*Chemaedorea elegans*) y orquídeas. Estas unidades son determinantes en la conservación de las especies, ya que se ha comprobado que cuando se cumple un buen plan de manejo, se obtienen los resultados esperados en cuanto a su producción, y se pueden aprovechar los recursos de manera sustentable.

Vargas-Simón, G. 2019. Resumen ejecutivo. Acciones de conservación. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 179-180.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En el capítulo de las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 se menciona que sólo 3% de la flora tabasqueña está protegida. Se calcula que 57.33% (43 especies) de las especies en riesgo están en la categoría de amenazadas, 25.33% (19 especies se encuentra sujetas a protección especial y 17.33% (13 especies) en peligro de extinción. Las plantas protegidas están agrupadas en 25 órdenes y 35 familias, siendo Arecales (palmas) el que cuenta con más cantidad de especies (18) incluida en esta lista. De igual manera, las especies animales protegidas por la misma normatividad son 214, de las cuales 55.14% (118 especies) posee la categoría sujeta a protección especial, 30.84% (66 especies) en la categoría amenazada, y 14.02% (30 especies) en peligro de extinción. Por grupo taxonómico, los anfibios tienen 10 especies bajo protección, los reptiles 38, las aves 119 y los mamíferos 47. En general, la flora y fauna están sujetas a diferentes presiones por las actividades humanas referidas en la sección anterior, por lo que los investigadores señalan la importancia de emprender estudios que permitan conocer el estado actual de sus poblaciones, así como la búsqueda de alternativas para que los pobladores de las zonas rurales utilicen y conserven estos valiosos recursos de forma sostenible.

La educación ambiental es otra estrategia de conservación que se aborda en esta sección. Dentro de las políticas de cualquier país que desee revalorar su biodiversidad es importante considerar la educación ambiental para mejorar la conciencia pública sobre las amenazas subyacentes, considerar la sustentabilidad y el conocimiento recíproco de la diversidad cultural, étnica, lingüística y religiosa; por ejemplo, áreas como el Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka', un centro de recreación donde se muestran y conservan especies exóticas y nativas. Otros ejemplos son el Centro Holístico Mundo Sustentable de Olcuatitán (Nacajuca); el ejido Caobanal (Huimanguillo); y el Ejército de Pequeños Inquietos, de la comunidad Zapotal (Comalcalco), mismos que representan muestras claras de acciones de conservación que se llevan a cabo en la entidad.

Gracias a los años de investigación, se dan a conocer técnicas de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos para rescatar la biodiversidad. Se presenta un caso de éxito donde fue posible eliminar la toxicidad en suelos contaminados (mediante una estabilización química combinada con procesos de composteo), e incluso fue posible recuperar su fertilidad gracias a la implementación de un proceso de fitorremediación con pasto humidícola (*Brachiaria humidicola*). Actualmente, el sitio remediado ha sido repoblado por diferentes especies, particularmente aves migratorias, mamíferos y reptiles. Por último, en esta sección se demuestra —mediante un estudio llevado a cabo en la región de La Chontalpa— la importancia de los servicios ambientales (los cuales pueden tener un valor monetario para favorecer a las comunidades que conservan los ecosistemas). De acuerdo con valores económicos calculados para los ecosistemas y agroecosistemas de la región, los servicios ambientales que ofrece anualmente La Chontalpa tienen un valor de cerca de dos mil millones de dólares. Entre los servicios ambientales de mayor importancia económica se identificaron la provisión de alimentos, los servicios recreativos y la regulación del flujo de agua. Se enfatiza que los proyectos que integren el instrumento de pago por servicios ambientales contribuirán enormemente a revalorar el uso de la biodiversidad, como un medio para mejorar los procesos en la toma de decisiones.

Aunque los ejemplos para mitigar el proceso de pérdida de la biodiversidad en la entidad son insuficientes, se puede observar que los diferentes centros de investigación son los que principalmente están contribuyendo a resolver tal problemática. Actualmente hay varias iniciativas para promover la aportación de los actores ciudadanos y gubernamentales; la contribución de estas acciones deberán registrarse en el corto y mediano plazos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El Corredor Biólogico Mesoamericano

Juan de Dios Valdez Leal, Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Elías José Gordillo Chávez y Lilia María Gama Campillo

Introducción

La fragmentación del hábitat se reconoce en todo el mundo como un problema que amenaza y condiciona severamente la conservación de la biodiversidad (Meffe y Carroll 1997, Fahrig 2003). En las últimas décadas, las graves transformaciones en la vegetación natural debido a las actividades humanas como la deforestación de selvas para la agricultura, ganadería, extracción de materiales, industria petrolera y crecimiento de las ciudades, han ocasionado paisajes con un patrón común de mosaicos de poblados, terrenos agrícolas y fragmentos dispersos (Roy y Joshi 2002). La presencia de un mayor número de fragmentos de los diferentes tipos de vegetación natural, son la clave para reducir la fragmentación y tener más conectividad del paisaje (Bennett 2004).

A finales de los años ochenta se desarrolló el concepto y la teoría de corredores biológicos, y se logró su aceptación en el ámbito de la conservación en todo el mundo. En países como Australia, Estados Unidos e Inglaterra se diseñaron corredores como una herramienta para conservar la biodiversidad (Coates 2003). Los corredores biológicos son áreas con vegetación arbórea en forma lineal, alargada, angosta e irregular, pueden ser cercas vivas o vegetación a orillas de ríos; tienen la función de conectar áreas protegidas con fragmentos de selvas, bosques y manglares para que las plantas y animales se dispersen con facilidad, y con esto aumente la posibilidad de reproducción de las especies y se facilite su conservación.

En la actualidad se ha ampliado el uso de corredores biológicos como herramienta para mantener la biodiversidad (Gibert-Norton *et al.* 2010), lo que ha servido para generar conectividad entre la vegetación y la fauna silvestre con diversas escalas de paisaje, y con ello se logra reducir el impacto de la fragmentación del hábitat (Hilty *et al.* 2006, Falsy y Estades 2007, Gilbert-Norton *et al.* 2010). Esto se ha traducido en un aumento en la sobrevivencia de las poblaciones silvestres, favoreciendo la interacción de individuos de la misma especie entre fragmentos y promueve el flujo genético. Un ejemplo de éxito es el corredor biológico San Juan La Selva, en Costa Rica, donde el trabajo conjunto de comunidades, organizaciones no gubernamentales (ONG), gobierno e iniciativa privada, ayudó a la regeneración de vegetación y mejora del hábitat de la guacamaya verde (*Ara ambigua*), mediante el incremento de la conectividad entre los diferentes fragmentos de vegetación del corredor y la Reserva Biológica Indio Maíz, en Nicaragua (Villate *et al.* 2008).

En Tabasco, las actividades agropecuarias han transformado la vegetación original a pastizales y cultivos temporales o permanentes (Sánchez 2005). Las áreas protegidas están rodeadas de ambientes modificados, lo que provoca que funcionen como ecosistemas aislados; de ahí la necesidad de conectar los fragmentos de vegetación con las reservas por medio de corredores biológicos (Pacheco-Figueroa *et al.* 2009).

Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) a través de la historia

Ante el acelerado deterioro de los recursos naturales, en las últimas décadas se han hecho grandes esfuerzos para conservar el patrimonio natural y cultural de la región mesoamericana. Esas iniciativas dieron inicio a finales de 1974, con la idea de llevar a cabo un trabajo regional conjunto para proteger los recursos naturales del área.

En 1994, los países centroamericanos firmaron un tratado para establecer el Corredor de Paseo Pantera o Proyecto Pantera, que se extendía desde el Tapón del

Valdez-Leal, J., C.J. Pacheco-Figueroa, E.J. Gordillo-Chavez y L. Gama. 2019. El Corredor Biólogico Mesoamericano. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 181-187.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Darién, Panamá, hasta el bosque maya del sur de México, Belice y Guatemala, para conservar la ruta histórica del jaguar (*Panthera onca*; Coates 2003). Su principal objetivo fue propiciar la rehabilitación del istmo como corredor biológico para recuperar la antigua función de punto de desplazamiento del puente centroamericano mediante la creación de corredores ecológicos que facilitaran la movilización de la fauna silvestre (Coates 2003). Dicho tratado se puede considerar uno de los primeros pasos para la conformación del actual CBM.

En 1997 se estableció el CBM impulsado por la Comisión Centroamericana del Ambiente y Desarrollo (CCAD), con la finalidad de mantener la conectividad ecológica en Mesoamérica mediante actividades de conservación de la diversidad biológica y promoción del desarrollo sostenible (Ramírez 2003). En las diferentes áreas del CBM se han ejecutado proyectos como la producción de café orgánico, miel, aprovechamiento forestal, ganadería estabulada, turismo y tecnologías alternativas. La producción de café orgánico ha sido un proyecto con gran impacto en las comunidades rurales, se han desarrollado proyectos de mejoramiento del hábitat, reforestación y restauración de suelos; se ha impulsado la sedentarización de la milpa para disminuir las actividades de rosa, tumba y quema; la búsqueda de valor agregado de la madera y la apertura de mejores mercados (CONABIO 2012).

En 2002 se instituyó el Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBM-M), coordinado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el cual promueve el uso racional de los recursos naturales por parte de comunidades rurales para mejorar su calidad de vida y mantener la biodiversidad en corredores biológicos del sureste de México (CONABIO 2011). El CBM-M conecta diversas áreas naturales protegidas (ANP) en el sureste del país y está formado por cinco corredores, dos de ellos en Chiapas y el resto en la península de Yucatán (Eccardi 2003, Ramírez 2003, Álvarez-Icaza 2013; figura 1).

El CBM-M contempla la inclusión de Veracruz, Oaxaca y Tabasco en una primera etapa, y posteriormente Puebla y Guerrero, para llegar a nueve estados (Álvarez-Icaza 2013). Con ello, se busca disponer de más conectividad entre las diferentes ANP, lo que en conjunto agruparía un gran porcentaje de diversidad de especies y de pueblos indígenas en nuestro país (CONABIO 2011); estos últimos considerados actores estratégicos para el manejo y conservación de recursos dentro del corredor (Banco Mundial 2001, Toledo *et al.* 2002). Aproximadamente 60% de las áreas del sur del país que son recomendadas para conservación corresponden a regiones indígenas (Toledo 2003), siendo parte de los objetivos del CBM la conservación de las áreas de mayor diversidad con el crecimiento y prosperidad de los seres humanos que habitan en esas regiones.

Avances en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco

El 27 de agosto de 2008 la CONABIO incluyó a Tabasco de manera oficial dentro del CBM-M, con el objetivo de identificar y diseñar el Corredor Biológico de Tabasco. Para esto se consideran aspectos como diversidad de flora y fauna, los tipos y las características de los fragmentos de vegetación, así como las metas de conservación (Bennett 2004). Actualmente, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en coordinación con la Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental (SERNAPAM), la CONABIO, instituciones educativas y distintas ONG, han elaborado un Programa de Corredores Biológicos para Tabasco, contemplando cuatro microrregiones: Sierra-Huimanguillo (SH), Teapa-Tacotalpa (TT), Macuspana (MA) y Tenosique-Centla (TC); y comprende la interacción de 40 comunidades (Herrera 2010; figura 2).

Adicionalmente, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) trabaja en un proyecto relacionado con el CBM denominado "Determinación de la conectividad de fragmentos de vegetación identificados como corredores biológicos en el estado de Tabasco", que tiene como objetivo determinar y caracterizar el potencial biológico y la conectividad ecológica entre los fragmentos de vegetación para el establecimiento e instrumentación del CBM-Tabasco. De igual manera, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR, campus Villahermosa) instrumentó el proyecto "Aplicación del conocimiento agroforestal para la definición de una metodología útil en la implementación del CBM-Tabasco". Además, se dispone de proyectos de investigación dentro del área del CMB-Tabasco, como inventarios faunísticos y estudios sobre monos aulladores (*Alouatta palliata* y *A. pigra*), manatí (*Trichechus manatus*), tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), inventarios de vegetación, hongos, delimitación y comportamiento de manglares, entre otros.

Como producto de la coordinación entre el CBM-M y la SERNAPAM, en mayo de 2010 se llevó a cabo en

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

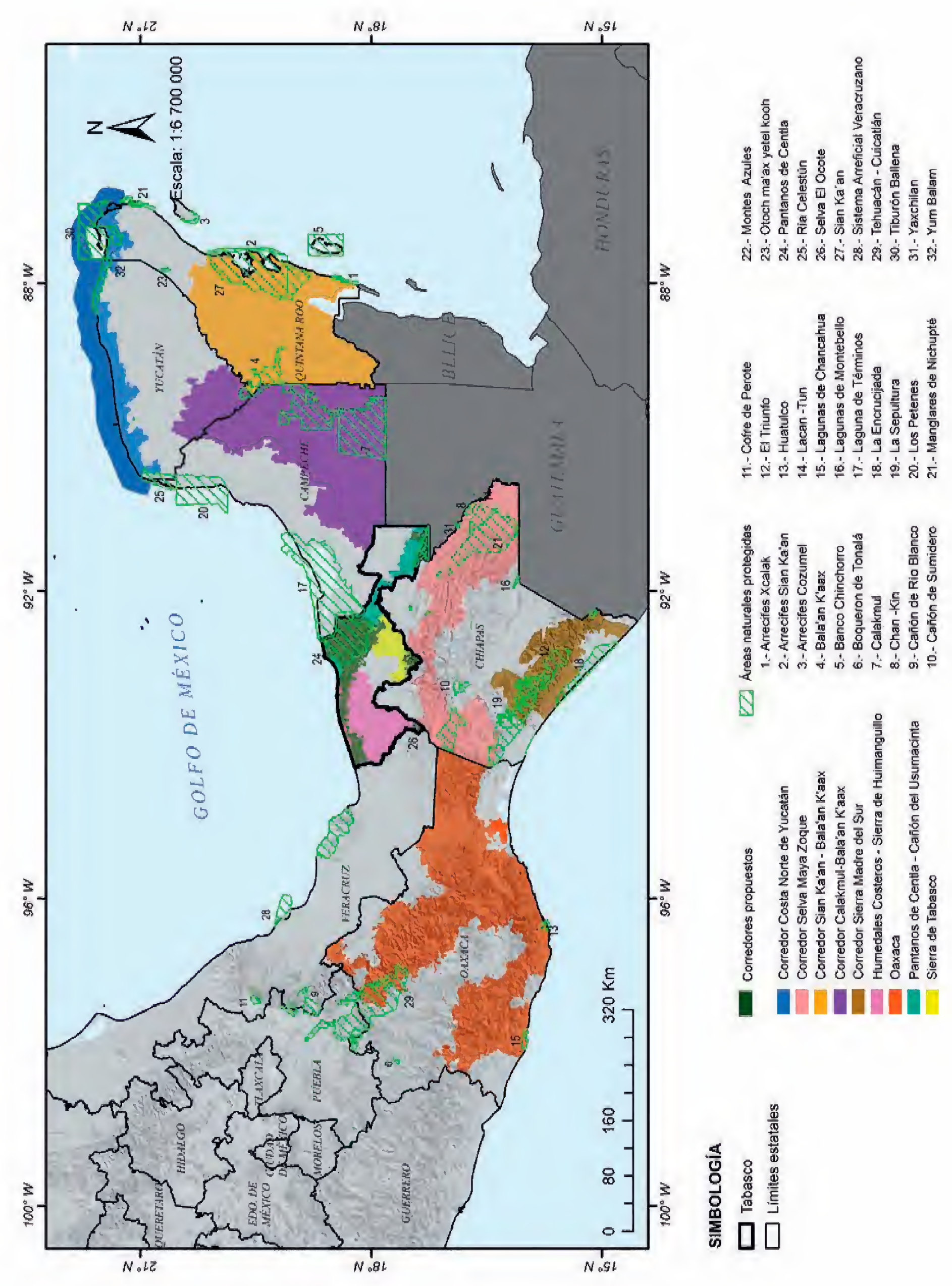


Figura 1. Áreas del Corredor Biológico Mesoamericano en México con ANP incluidas. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

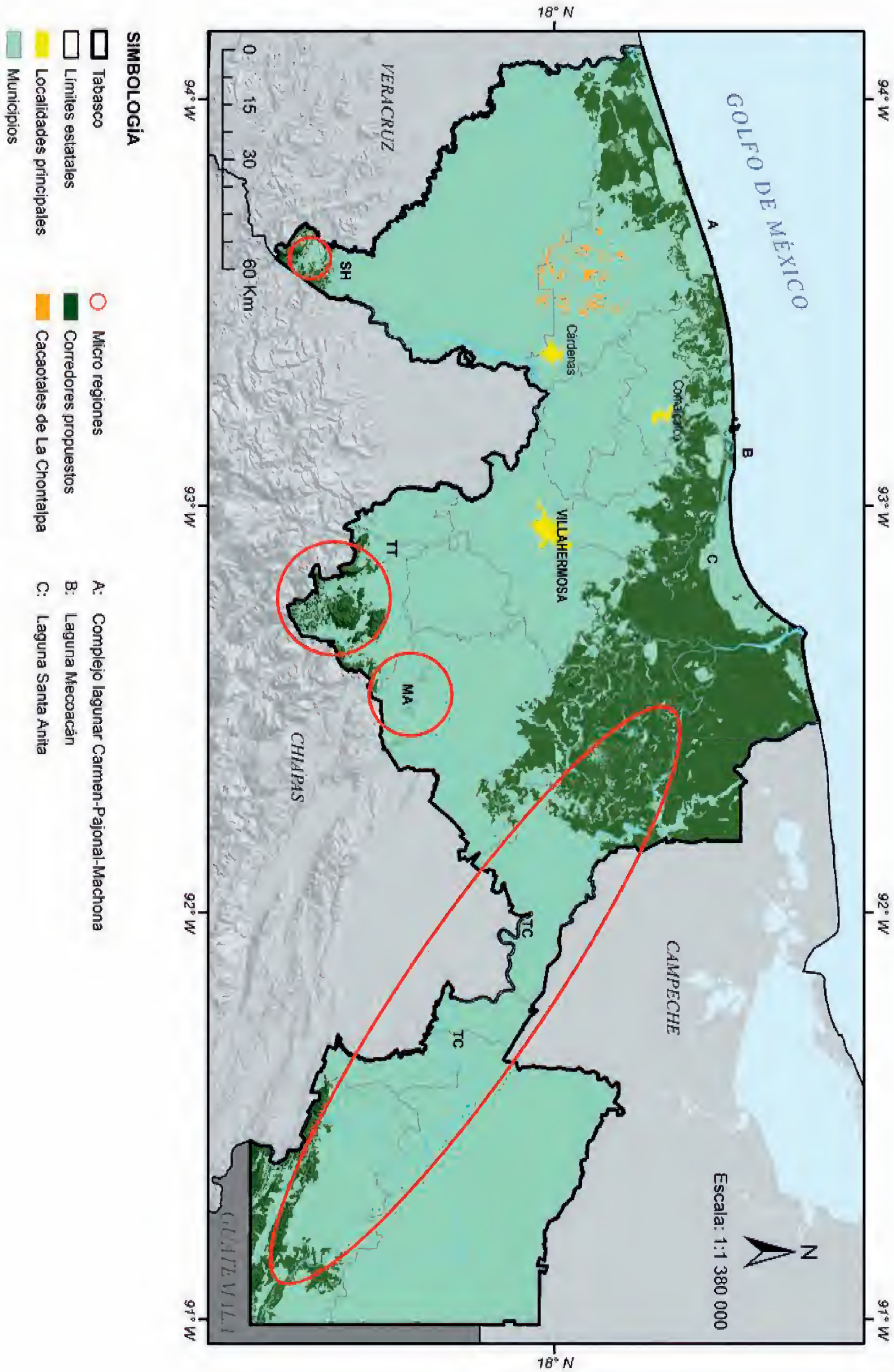


Figura 2. Microrregiones de Tabasco que componen el Corredor Biológico Mesoamericano en México. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

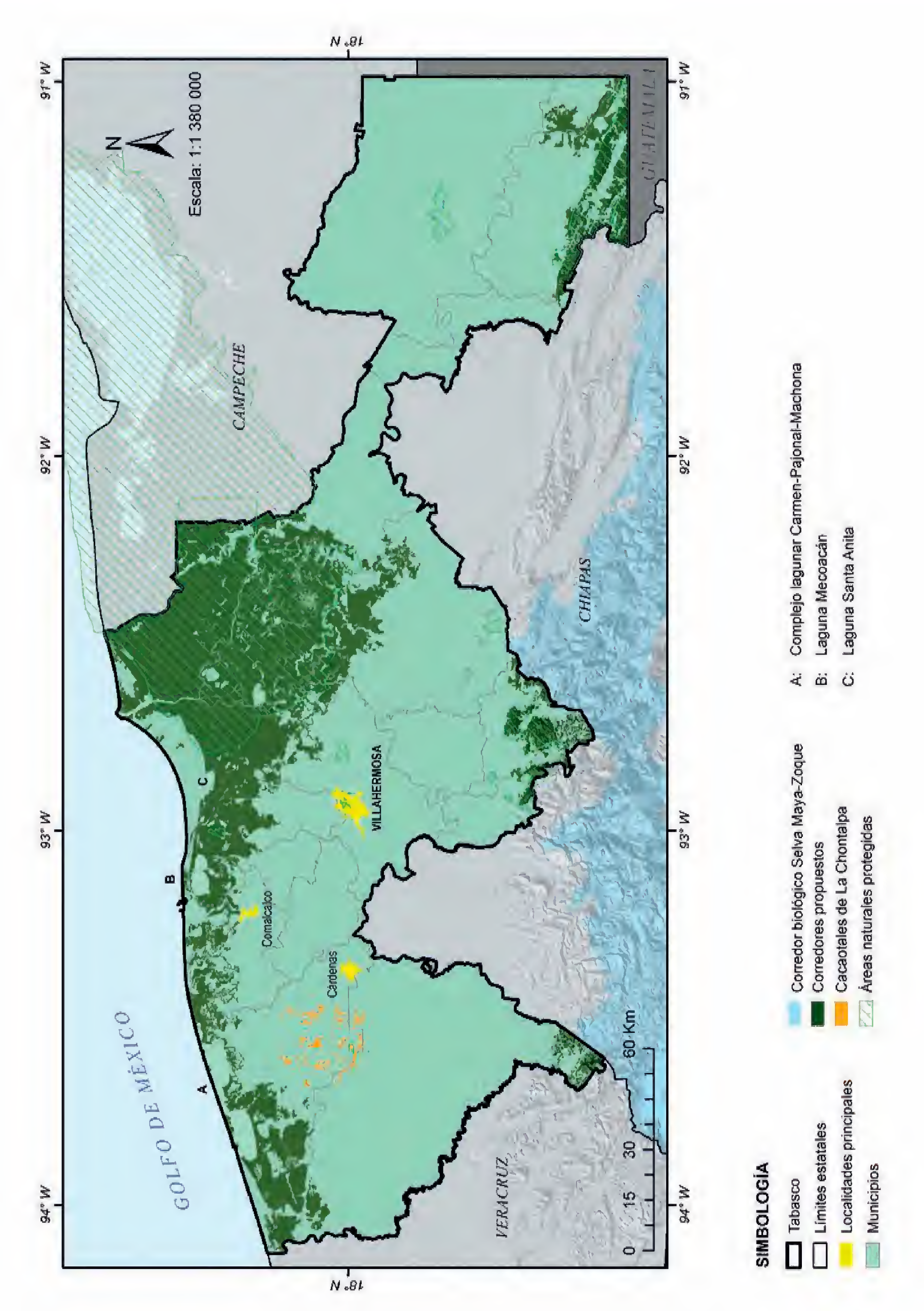


Figura 3. Áreas con importancia para la conectividad ecológica en Tabasco. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Tabasco el primer taller para el establecimiento de la red de monitoreo del CBM-Tabasco. En él participaron instituciones como la UJAT, El Colegio de Posgraduados, ECOSUR y la Universidad Intercultural del Estado de Tabasco, con el objetivo de conocer las investigaciones relacionadas con biodiversidad, conservación biológica y desarrollo sustentable en la entidad, y con esto contar con una base de información que sirva de plataforma para el CBM en la entidad (SERNAPAM 2010). Por su parte, en febrero del 2011 se efectuó el V Taller de la Red de Monitoreo del CBM en el municipio Tacotalpa, en el que se revisaron los avances de proyectos que son parte de esta iniciativa.

Conclusión

La generación de información básica acerca de la ecología y los recursos naturales de Tabasco será fundamental para establecer líneas de acción que propicien el adecuado funcionamiento de los diferentes corredores biológicos, faciliten la conectividad de las áreas y brinden diversas alternativas productivas sustentables a las comunidades.

Tabasco tiene sitios críticos a enlazar, como las áreas de manglar de las lagunas Carmen, Pajonal, Machona, Mecoacán y Santa Anita, que pueden conectarse a La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, formando un corredor prioritario para aves migratorias y residentes. Por otra parte, los agroecosistemas de cacaotales en La Chontalpa cuentan con potencial para enlazarse con manglares cercanos a la costa debido a su extensión en cobertura arbórea. Las sierras de Huimanguillo, Teapa y Tacotalpa pueden vincularse con las montañas del norte de Chiapas. Los parques estatales La Sierra y Agua Blanca, así como el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta, adquieren mayor relevancia por ser una gran porción de Tabasco con potencial de conectividad con Chiapas y Guatemala (figura 3). Por esta razón, dichas zonas deben ser consideradas para ser manejadas con diversas alternativas productivas que fomenten y aseguren la conservación de la biodiversidad en el corredor.

Referencias

Álvarez-Icaza, P. 2013. Corredor Biológico Mesoamericano en México. *Biodiversitas* 110:1-5.

Banco Mundial. 2001. Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano: México. Informe Núm. 21136-ME. Washington.

Bennett, A.F. 2004. *Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. UICN, Costa Rica.

Coates, A.G. 2003. *Paseo Pantera: una historia de la naturaleza y cultura centroamericana*. Smithsonian Institute, Washington.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2011. El Corredor Biológico Mesoamericano. En: ‹*http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredor-biomeso1.html*›, última consulta: febrero de 2011.

——. 2012. Aprovechamiento sustentable. En: ‹*http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/cafe.html*›, última consulta: febrero de 2012.

Eccardi, F. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano en México. *Biodiversitas* 47:4-7.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic* 34:487-515.

Falsy, M.R. y C.F. Estades. 2007. Effectiveness of corridors relative to enlargement of habitat patches. *Conservation Biology* 21(5):1341-1346.

Gilbert-Norton, L., R. Wilson, J. Stevens y K. Beard. 2010. A meta-analityc review of corridors effectiveness. *Conservation Biology* 24(3):660-668.

Herrera, K. 2010. El año internacional de la diversidad biológica, un llamado puntual a la conciencia ciudadana. *Diálogos* 33:18-27.

Hilty, J.A., W.Z. Lidicker y A.M. Merenlender. 2006. Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation. Island Prees, Estados Unidos.

Meffe, G.K. y C.R. Carroll. 1997. Conservation reserves in heterogeneous landscapes. En: *Principles of conservation biology*. G.K. Meffe y C.R. Carroll (eds.). Sinauer Associates, Sunderland.

Pacheco-Figueroa, C., J. Valdez-Leal, E. Mata *et al*. 2009. Identificación preliminar de corredores biológicos dentro de zonas fragmentadas en la planicie tabasqueña y sus alrededores. *Revista Mesoamericana* 13(2):33.

Ramírez, G. 2003. El Corredor Biológico Mesoamericano. *Biodiversitas* 47:1-3.

Roy, P.S. y P.K. Joshi. 2002. Forest cover assessment in north-east India: the potential of temporal wide swath satellite sensor data (IRS-1C WiFS). *International Journal of Remote Sensing* 23(22):4881-4896.

Sánchez, M.A. 2005. Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000. UJAT, Tabasco.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2010. Corredor biológico mesoamericano, Tabasco. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx/CorredorBiologico.php*›, última consulta: febrero de 2010.

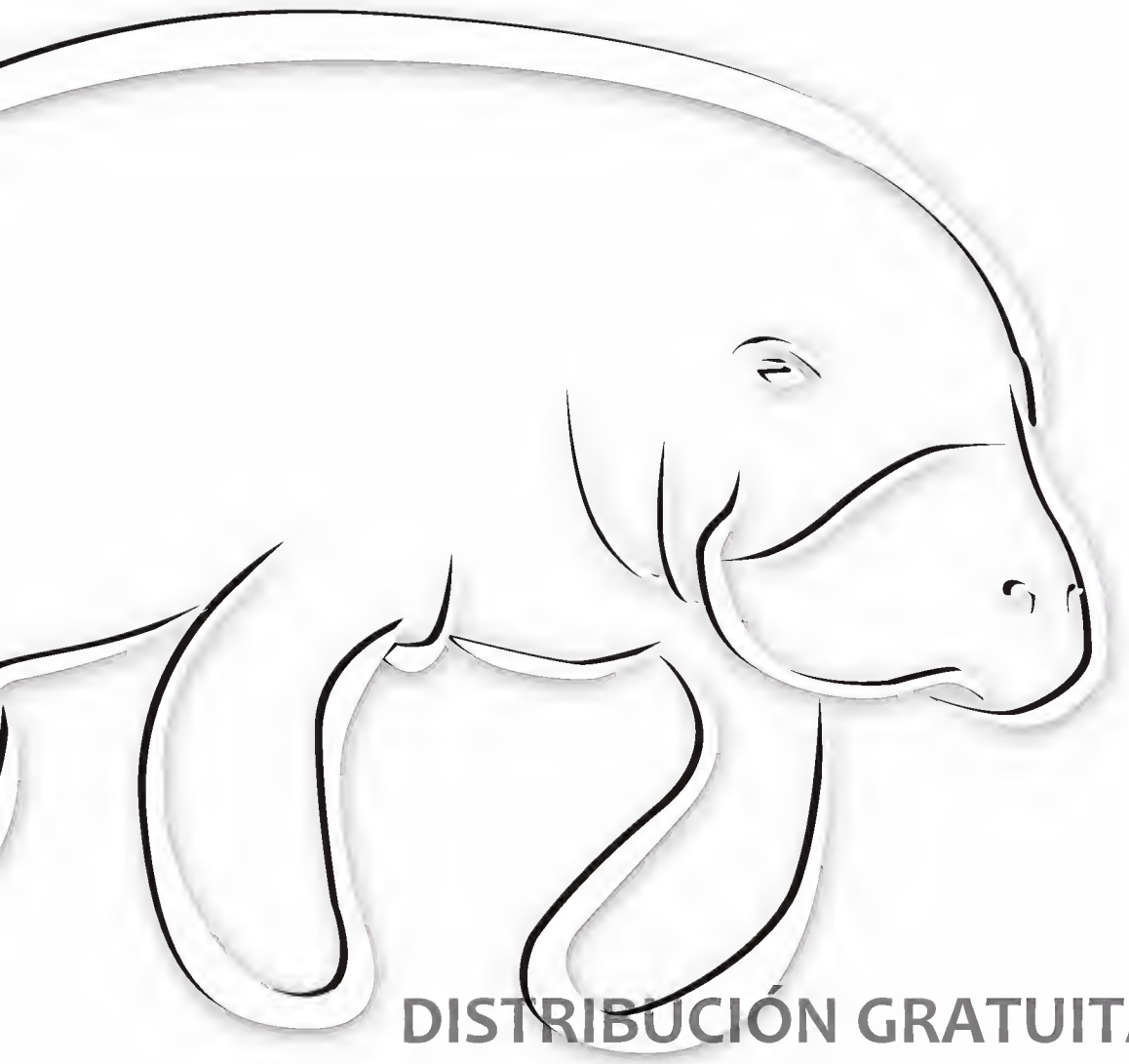
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Toledo, V.M. 2002. Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. En: *Ethnobiology and biocultural diversity*. J.R. Stepp, F.S. Wyndham y R.K. Zarger (eds.). University of Georgia Press, Georgia, pp. 511-522.

——. 2003. Los pueblos indígenas, actores estratégicos para el corredor. *Biodiversitas* 47:8-15.

Villate, R., L. Canet-Desanti, O. Chassot y G. Monge-Arias. 2008. *El corredor biológico San Juan-La Selva: una estrategia exitosa de conservación*. The Nature Conservancy/CATIE/Centro Científico Tropical, Costa Rica.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Áreas naturales protegidas: estado actual y perspectivas

Nelly del Carmen Jiménez Pérez y Perfecto Alcudia García

Introducción

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) define área natural protegida (ANP) como una porción del territorio, terrestre o acuática, que representa los diversos ecosistemas en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado, y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados (CONANP 2013). La finalidad de las ANP es garantizar la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, así como rescatar, generar y divulgar conocimientos y prácticas tradicionales o nuevas que permitan el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del territorio nacional. Actualmente, se considera a las ANP como uno de los instrumentos más eficaces para la conservación *in situ* de la biodiversidad, tanto de especies como de ecosistemas (SEDUE 1988).

En concordancia, desde 1987 autoridades nacionales y estatales han promovido el establecimiento de áreas protegidas en el estado, de tal manera que la entidad cuenta con 13 ANP: dos federales y 11 estatales que, en conjunto, mantienen bajo protección 375 625.51 ha, lo que equivale a 15.2% del territorio de la entidad y 0.2% respecto al territorio nacional. La mayor parte de la superficie protegida corresponde a las áreas de carácter federal (348 660 ha), lo que representa alrededor de 1.4% del territorio nacional sujeto a protección (CONANP 2013).

Además de las zonas protegidas que competen a la federación (administradas por la CONANP), y las áreas de protección estatal (administradas por la Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental, SERNAPAM), que juntas integran el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Tabasco, está tomando relevancia el establecimiento de áreas de competencia municipal, de las cuales se han propuesto 10 sitios cuya administración recae en los municipios correspondientes (cuadro 1). En el municipio Emiliano Zapata, el Parqueológico de la Flora y la Fauna Tropicales Ing. José N. Rovirosa fue la primer ANP municipal creada en 1983 y la única que cuenta con un decreto oficial (Congreso del Estado 1983); los nueve sitios restantes están en proceso de consolidación y decreto.

Caracterización de las ANP con jurisdicción estatal

Parque Estatal

Parque Estatal de Agua Blanca. Este parque fue la primera ANP estatal decretada en la entidad. Las 2 025 ha protegidas en el municipio Macuspana resguardan selva mediana perennifolia, principalmente con árboles de 20 m de altura como ramón (*Brosimum alicastrum*), huapaque (*Dialium guianense*) y una gran diversidad de plantas trepadoras, hierbas y epífitas. En el área también existen acahuales de diferentes edades derivados de la vegetación original. Estos ecosistemas son hábitat de numerosas especies vegetales y animales, entre ellas tinco (*Vatairea lundelli*), palma camedora (*Chamaedorea tepejilote*), saraguato (*Alouatta palliata*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y tigrillo (*Leopardus wiedii*; Congreso del Estado 1987a, Montero-Carrillo 2006).

Parque Estatal de la Sierra de Tabasco. Las 15 113.2 ha que conforman el parque fueron decretadas en los municipios Teapa y Tacotalpa para salvaguardar áreas de selva mediana subperennifolia en la porción sur del estado (Congreso del Estado 1988a). La zona presenta altitudes que van de los 50 a 1 000 msnm, con arroyos y una gran cantidad de escurrimientos que

Jiménez-Pérez, N.C. y P. Alcudia-García. 2019. Áreas naturales protegidas: estado actual y perspectivas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 189-205.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Sitios decretados o propuestos para el establecimiento de ANP de carácter municipal.

Nombre	Categoria	Ubicación	Superficie (ha)	Área en relación con la superficie estatal (%)	Ecosistemas protegidos	Estado de la gestión
Santuario de las garzas	Reserva Ecológica	Ejido El Capulín, Balancán	0.50	0.002	Humedales	Propuesto en el punto de acuerdo 311, año 2009, del H. Congreso del Estado de Tabasco. Se emitió contrapropuesta para decreto de un área de mayor extensión con 4 800 ha, en virtud de las características biológicas y paisajísticas de la zona. Se encuentra en gestión con el municipio
Reserva Ecológica del poblado C-28	Reserva Ecológica	Poblado C-28 Coronel Gregorio Méndez, Cárdenas	2.50	0.010	Zona arbolada y recreativa	En gestión entre autoridades locales y cabildo municipal
Reserva Ecológica del poblado C-29	Reserva Ecológica	Poblado C-29 General Vicente Guerrero, Cárdenas	35.00	0.140	Selva mediana de canacoíte	En gestión de autoridades locales con cabildo municipal y SERNAPAM
El Chocho	Reserva Ecológica	Sánchez Magallanes, Cárdenas	70.00	0.280	Selva mediana y manglar	En gestión municipal
Río Muerto	Parque Ecológico	Tacotalpa	13.00	0.050	Laguna y vegetación con especies nativas y en peligro de extinción	En gestión municipal con propietarios legales
Camellones chontales	Reserva Ecológica	Tucta, Nacajuca	70.00	0.280	Laguna y vegetación hidrófila	Propuesta municipal
Sierra de Huimanguillo	Parque Estatal	Sierra de Huimanguillo, Huimanguillo	Indefinida	Indefinido	Bosque mesófilo y selva alta perennifolia	Propuesta del Gobierno del Estado
Zona de Preservación Ecológica de Cunduacán	Zona de Preservación Ecológica	Cunduacán	3.50	0.010	Zona reforestada y de recreación	Decretada como Zona de Preservación Ecológica de Cunduacán por cabildo municipal en 2009
Laguna El Chiribital	Zona de Preservación Ecológica	Cunduacán	Indefinida	Indefinido	Laguna y humedales	En gestión por la comunidad y el municipio
Parqueológico de la Flora y de la Fauna Tropicales Ing. José N. Rovirosa	Parque Ecológico	Emiliano Zapata	55.38	0.220	Sitio de convivencia colectiva	Decreto número 2262 con fecha 19 de enero de 1983
Laguna de Chaschoc	Sitio Ramsar	Emiliano Zapata	87.50	0.300	Humedales	Propuesta por el Gobierno del Estado ante la CONANP en 2010. Humedales importantes en la conservación de aves; están reportadas 190 especies, de éstas, 146 son residentes, 38 visitantes internacionales y seis migratorias transitorias

Fuente: elaboración propia.

alimentan los cauces de los ríos Oxolotán, Puxcatán y Tacotalpa (figura 1). Está formada por afloramientos de rocas sedimentarias, principalmente calizas, que forman prominencias cársticas y originan las grutas y cavernas de la serranía.

Los árboles del dosel de la selva presentan entre 20 y 30 m de altura, conformado por huapaque (*Dialium guianense*), zapote (*Pouteria sapota*) y chicozapote (*Manilkara zapota*), y árboles de menor talla como jobillo (*Astronium graveolens*) y jagüe (*Genipa americana*); mientras que en el sotobosque habitan plantas umbrófilas como las palmas chichón, tepejilote (*Astrocaryum mexicanum* y *Chamaedorea tepejilote*), herbáceas, plántulas y helechos (Hanan-Alipi 1997, Hernández-Vázquez 2007).

Además de selva, se desarrollan acahuales (vegetación secundaria) de diferentes edades. En los acahuales se encuentran árboles como guarumo (*Cecropia obtusifolia*) y pochote (*Cochlospermum vitifolium*), arbustos y gran cantidad de especies herbáceas y trepadoras como hoja de murciélago (*Passiflora coriacea*), cojón de venado (*Thevetia ahouai*) y helecho común (*Pteridium aquilinum*). Entre la fauna se encuentran chachalacas (*Ortalis vetula*),

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Margen derecha del río Puyacatengo en el Parque Estatal de la Sierra de Tabasco. Foto: Perfecto Alcudia-García.

loros frente blanca (*Amazona albifrons*), salamandras (*Bolitoglossa mexicana*), nauyacas (*Bothrops asper*), bejuquillas (*Leptophis mexicanus*), mono aullador (*Alouata palliata*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*; DACBiol-UJAT 2003).

Por iniciativa del gobierno del estado, en el 2011 se inauguró la estación biológica La Florida, en un predio de 62 ha dentro de esta ANP (Villa Tapijulapa, Tacotalpa), cuyo manejo operativo es regido por cuatro ejes fundamentales: 1) investigación, 2) administración del ANP y la microrregión Sierra de Tabasco dentro del Corredor Biológico Mesoamericano, 3) educación-capacitación, y 4) recreación.

Monumento Natural

Grutas del Cerro Coconá. Se localiza en el municipio Teapa, dentro del ejido Coconá (Congreso del Estado 1988b). Se trata de una caverna cárstica con una depresión de 492 m de largo cubierta de estalactitas y estalagmitas formadas por depósitos minerales transportados por el agua que se filtra. Dentro de la gruta también existe un pequeño cenote de 25 m de diámetro y 35 m de profundidad. El cerro del Coconá (figura 2) resguarda selva mediana perennifolia de ramón (*Brosimum alicastrum*) y huapaque (*Dialium guianense*). Hasta ahora no existen estudios en los que se registre la diversidad vegetal y faunística del área; sin embargo, entre las especies animales que se conocen se cuentan al mono aullador (*Alouatta palliata*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), chachalaca (*Ortalis vetula*) y Ocofaisán (*Crax rubra*; López-Hernández 2006).

Zona Sujeta a Conservación Ecológica

Parque Ecológico Laguna El Camarón. Se ubica a 2 km de la ciudad de Villahermosa, en un área cercana a colonias populares y a terrenos próximos al río Grijalva. Fue un proceso de migración de este río lo que originó la laguna. Aunque en el decreto oficial (Congreso del Estado 1993) se le declara con una superficie de 70 ha, con posteriores mediciones se concluyó que la superficie correcta es 48.11 ha (SCAOP 1994). El

Figura 2. Lado noreste del Monumento Natural Grutas del Cerro Coconá. Foto: Gonzalo Ortiz Gil.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

parque fue creado para proteger una porción de las zonas bajas inundables en la periferia de la ciudad de Villahermosa; sin embargo, la vegetación ha sido transformada por actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollan en zonas aledañas. Aún se observan dos de los ecosistemas nativos: la vegetación riparia en los márgenes de la laguna y las comunidades aisladas de hidrófitas. La vegetación riparia ocupa apenas 0.925 ha a lo largo del talud y en los bordos altos de la laguna con árboles como guácimo (*Guazuma ulmifolia*), sauce (*Salix chilensis*) y zarzales de *Mimosa pigra*. Las comunidades de hidrófitas están formadas por plantas acuáticas arraigadas emergentes como el espadañal (*Typha* sp.) y la comunidad de plantas libres flotadoras con lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), oreja de ratón (*Salvinia auriculata*) y lenteja de agua (*Lemna minor*). La fauna terrestre es característica de los ambientes alterados: tlacuaches (*Didelphis marsupialis*), mapaches (*Procyon lotor*), tejones (*Nasua narica*), iguanas (*Iguana iguana*), la rana arborícola (*Smilisca baudini*) y aves como garza ganadera (*Bubulcus ibis*), entre otros. En tanto, la fauna acuática muestra predominancia de peces cíclidos como mojarras, y carácidos como la sardinita (*Astyanax fasciatus*); además de la presencia de crustáceos y moluscos (SEDESPA s/f).

Reserva Ecológica

Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka'. Fue decretado como reserva ecológica con un área de 101 ha (Congreso del Estado 1987b) para conservar un relicto de selva mediana subperennifolia de ramón (*Brosimum alicastrum*), un área lagunar con vegetación acuática y subacuática, y una zona de pastizales. Estos ecosistemas albergan diversidad de especies de fauna tanto nativa como exótica. La fauna nativa habita principalmente en los ambientes selvático y lagunar, y está representada por iguana (*Iguana iguana*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), manatí (*Trichechus manatus*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), periquito azteca o checha (*Aratinga nana astec*) y garza ceniza (*Ardea herodias*). La fauna exótica está formada principalmente por grandes mamíferos de la sabana africana como jirafas (*Giraffa camelopardalis*), rinoceronte blanco (*Ceratotherium simum*), elefante africano (*Loxodonta africana*) y varias especies de antílopes, como *Connochaetes taurinus, Taurotragus orix* y *Boselaphus tragocamelus* (CICN 2005).

Laguna de las Ilusiones. Esta reserva corresponde a una laguna urbana dentro de la ciudad de Villahermosa, en el municipio Centro (Congreso del Estado 1995). El área sujeta a protección es de 259.27 ha destinadas a conservar el cuerpo lagunar y para proveer un espacio para el esparcimiento, la educación ambiental y la investigación científica. La zona conserva comunidades de hidrófitas enraizadas y flotantes, como espadañales y jacintales (*Eichhornia crassipes*). La vegetación riparia se compone en su mayoría por palo mulato (*Bursera simarouba*), macayo (*Andira galeottiana*) y chelele (*Inga* spp.; Magaña-Alejandro 1988). La fauna de la laguna está constituida principalmente por mojarras (*Petenia splendida*, *Cichlasoma synspilum*) y bagre (*Cathorops melanopus*), entre otros peces de agua dulce. En la vegetación circundante se encuentran reptiles como pochitoques (*Kinosternon leucostomum*), chiquiguao (*Chelydra serpentina*), hicotea (*Trachemys venusta*) y cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*); aves como garzas (*Egretha alba*, *E. tricolor* y *Ardea herodias*) y rapaces (*Herpetotheres cachinnans* y *Rostrhamus sociabilis*). Además, esta ANP es hábitat de un mamífero acuático: el manatí (*Trichechus manatus*; SEDESPA s/f).

Parque Ecológico de la Chontalpa. Tiene una extensión de 277 ha (Congreso del Estado 1995). Está ubicado en el municipio Cárdenas en terrenos que pertenecen a El Colegio de Postgraduados (Campus Tabasco), en una zona con pendientes menores a 1% y algunas depresiones y lometas. La reserva protege uno de los últimos relictos de selva mediana perennifolia de canacoíte (*Bravaisia integerrima*), que es un árbol con raíces zancudas que puede soportar largos periodos de inundación; esta especie se incluye en el programa de rescate del jardín botánico "José Narciso Rovirosa" de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACBiol-UJAT). Otras especies fisonómicamente importantes son barí (*Calophyllum brasiliense*), jobo (*Spondias mombin*), molinillo (*Quararibea funebris*) y guano redondo (*Sabal mexicana*). Además del canacoital, la reserva cuenta con acahuales en diferentes estadíos ecológicos y terrenos de pastizales inducidos. La fauna asociada está compuesta por mamíferos pequeños como oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y tepezcuintle (*Cuniculus paca*); anfibios y reptiles como boa (*Boa constrictor*), pochitoque (*Kinosternon* sp.) y ranas (*Agalychnis callidryas*, *Tlalocohyla* spp.). Las aves presentan la

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mayor diversidad de especies; entre éstas se citan a varias especies de garzas (*Egretha* spp.), al loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) y al gavilán (*Buteo swainsoni*; Palma-López *et al.* 1998).

Parque Ecológico Laguna La Lima. Esta reserva de 36.28 ha se localiza en el municipio Nacajuca y es el ANP más pequeña del estado (Congreso del Estado 1995). Fue creada para proteger un ecosistema característico de las zonas bajas de Tabasco: el popal-tular. El popal o quentó (*Thalia geniculata*) predomina en esta asociación vegetal y generalmente está asociado con hoja blanca (*Calathea* spp.), platanillo (*Heliconia latispatha*) y chintul (*Cyperus articulatus*); mientras que los tulares están constituidos casi totalmente por espadaño (*Typha* sp.). También existen zarzales con algunos individuos de guano redondo (*Sabal mexicana*) y sauce (*Salix humboldtiana*). Entre las especies de fauna se han reportado algunas propias de zonas inundables como iguanas (*Iguana iguana*), tortugas de agua dulce (*Kinosternon* spp.), pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), mojarras (*Petenia splendida* y *Cichlasoma urophtalmus*) y aves, principalmente las que se alimentan de peces, como martín pescador (*Megaceryle torquata*) y gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*; SEDESPA s/f).

Yu-Balcah. Esta reserva es la única de carácter privado en el estado (Congreso del Estado 2000). Tiene una extensión de 572 ha en el predio La Asunción, municipio Tacotalpa, y protege fundamentalmente selva mediana perennifolia de canacoíte y selva alta perennifolia de pio (*Licania platypus*), aunque también existen áreas de pastizales dedicadas a la ganadería. En esta asociación existen los árboles caoba (*Swietenia macrophyla*), tinco (*Vatairea lundelli*) y zapote de agua (*Pachira aquatica*), así como diversidad de palmas: corozo (*Scheelea liebmanii*), jahuacte (*Bactris baculifera*), palma escoba (*Cryosophila argentea*) y chichón (*Astrocaryum mexicanum*). La fauna característica consiste en saraguato (*Alouatta palliata*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), cotorra frente roja (*Amazona autumnalis*), zacua (*Psarocolius montezuma*), nauyaca (*Bothrops asper*) y bejuquilla (*Oxybelus aeneus*; PRODEFOR 1999; figuras 3 y 4).

Cascadas de Reforma. Se ubica en la parte central del municipio Balancán, cerca del ejido Reforma. Esta ANP de 5 748.35 ha es un dique natural del río San Pedro; sus aguas presentan altos contenidos de sulfatos y carbonatos de calcio y sodio, cuya deposición origina un sistema de terrazas (figura 5). Una de las singularidades de esta zona es su heterogeneidad ambiental, ya que se pueden encontrar diversas comunidades vegetales como selva mediana de puckté (*Bucida buceras*), tintales (*Haematoxylom campechianum*) y manglares (*Rizophora mangle*) dentro de un área reducida. Algunas de las especies registradas son jobillo (*Astronium graveolens*), bayo (*Aspidosperma megalocarpon*), ceiba y amapola (*Pseudobombax ellipticum*); también se encuentran sabanas con muy pocos árboles, como tachicón (*Curatella americana*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y encinos (*Quercus oleoides*). La fauna nativa está representada por garzas (*Egretha* spp., *Butorides virescens*), bolseros (*Icterus* spp.), sapo común (*Chaunus marinus*), azpoque (*Ctenosaura similis*) y armadillo (*Dasypus novemcinctus*; Galindo *et al.* 2000, Congreso del Estado 2002).

Río Playa. Esta ANP de 771 ha se ubica en el ejido Río Playa, en el municipio Comalcalco (Congreso del Estado 2004). Es una planicie inundable con pendientes menores a 2%. Su vegetación es característica de humedales y es posible encontrar un mosaico de popales, tulares y pastizales; la comunidad que domina es el popal, que se mezcla con otras especies comunes como el molinillo (*Cyperus giganteus*), chintul (*Cyperus*

Figura 3. Reserva Ecológica Yu-Balcah. a) Laguna artificial en la entrada de la reserva; y b) centro de observación donde se aprecia el dosel de la selva. Fotos: Perfecto Alcudia-García.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Especies de fauna y flora característicos de las comunidades de selva alta de pio (*Lycania platypus*) y selva mediana de canacoíte (*Bravaisia integerrima*) en la Reserva Ecológica Yu-Balcah. a) Mono aullador o saraguato (*Alouatta pigra*), b) martucha (*Potos flavus*), y c) platanillo (*Heliconia* sp.). Fotos: Perfecto Alcudia-García.

Figura 5. Reserva Ecológica Cascadas de Reforma. a) Vista general, y b) cascadas en el cauce del río San Pedro (afluente del río Usumacinta) a su paso por las inmediaciones del ejido Reforma, Balancán. Fotos: Perfecto Alcudia-García.

articulatus) y pasto lamedor (*Leersia hexandra*). También existen algunos manchones de selva en los que predominan el canelillo (*Ocotea cernua*), macuilís (*Tabebuia rosea*) y algunos pequeños tintales. Otro tipo de vegetación importante –aunque producto de la actividad antropogénica– son los cultivos, principalmente de maíz ocasionalmente intercalado con frijol o calabaza. Algunas especies de fauna presentes son gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), pochitoque (*Kinosternon leucostomum*), guao (*Staurotypus triporcatus*) y el pez fil (*Rhamdia guatemalensis*; DACBiol-UJAT 2000, Márquez-Couturier *et al.* 2000).

Caracterización de las ANP con jurisdicción federal

Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Esta reserva ocupa un área de 302 706 ha en los municipios Centla, Jonuta y Macuspana, dentro del Delta Grijalva-Usumacinta. Por sí sola, representa más de 80% de la superficie protegida del estado y está considerada por la convención Ramsar como uno de los humedales de más importancia internacional. Los Pantanos de Centla forman una llanura inundable con cuatro unidades geomorfológicas: llanura litoral, fluviomarina, fluviopalustre y fluvial, donde tienen lugar procesos como el fortalecimiento de los cordones litorales,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

regulación de la erosión, mezcla de agua continental con la proveniente de los océanos y acumulación de agua dulce (figura 6).

La flora es diversa y se distribuye en ocho asociaciones vegetales principales: 1) comunidades hidrófitas, que incluye a hidrófitas emergentes, flotantes y vegetación subacuática (figura 7); 2) selva mediana subperennifolia de puckté (*Bucida buceras*); 3) selva baja subperennifolia de tinto (*Haematoxylum campechianum*); 4) manglar (figura 8); 5) mucalería (matorral de *Dalbergia brownii*); 6) palmares que incluyen a tasistales (*Acoelorrhaphe wrightii*) y guanales (*Sabal mexicana*); 7) vegetación riparia; y 8) cultivos y potreros. Las comunidades formadas por plantas hidrófitas son las más extendidas dentro de la reserva, ocupan la tercera parte del área y se calcula que representan 11.27% de la superficie reportada para México. Entre estas plantas se reportan al espadañal (*Typha domingensis*), ocasionalmente asociados con chintul (*Cyperus articulatus*), siba (*Cladium jamaicense*) y popal (*Thalia geniculata*); las comunidades de libres flotadoras incluyen al jacinto (*Eichhornia crassipes*), lenteja de agua (*Lemna* sp.), hoja de sol (*Nymphaea ampla*, *N. odorata*) y oreja de ratón (*Salvinia* spp.). Asimismo se presentan hidrófitas sumergidas como los sargazales compuestos por *Cerathophyllum demersum*, *C. echinatum* y *Utricularia* sp., y el cintillal de *Vallisneria americana* y *Potamogeton* sp. (figura 9).

La fauna también es diversa, especialmente aves acuáticas y terrestres, residentes y migratorias. Entre ellas destacan la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*), cigüeña americana (*Mycteria americana*; figura 10), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), pato real (*Cairina moschata*) y pijije (*Dendrocygna autumnalis*). Otro grupo importante es el de los mamíferos, como armadillo (*Dasypus novemcinctus*), manatí (*Trichechus manatus*) y tepezcuintle (*Cuniculus paca*). Los peces son numerosos y se presentan tanto en cuerpos de agua cerrados, en reposo o con muy poca corriente (lagunas y pantanos) como en los que presentan movimiento continuo (ríos y arroyos). Varios de estos peces son importantes económicamente: robalo (*Centropomus* sp.), mojarras (*Cichlasoma* spp., *Petenia splendida* y *Tilapia* spp.) y pejelagarto (*Atractosteus tropicus*); también son importantes algunos crustáceos, como acamalla (*Machrobrachium acanthurus*) y pigua (*M. carcinus*). Entre los reptiles se encuentran tortugas de agua dulce (*Dermatemys mawii*, *Kinosternon leucostumum*, *Trachemys venusta*, *Staurotypus*

Figura 6. Vista aérea de llanuras inundables en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: G. Navarro.

Figura 7. Comunidades de plantas hidrófitas en Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. En primer plano nenúfar blanco (*Nymphaea ampla*) y al fondo chintul (*Cyperus articulatus*). Foto: G. Navarro.

Figura 8. Manglares (*Rizophora mangle*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: G. Navarro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

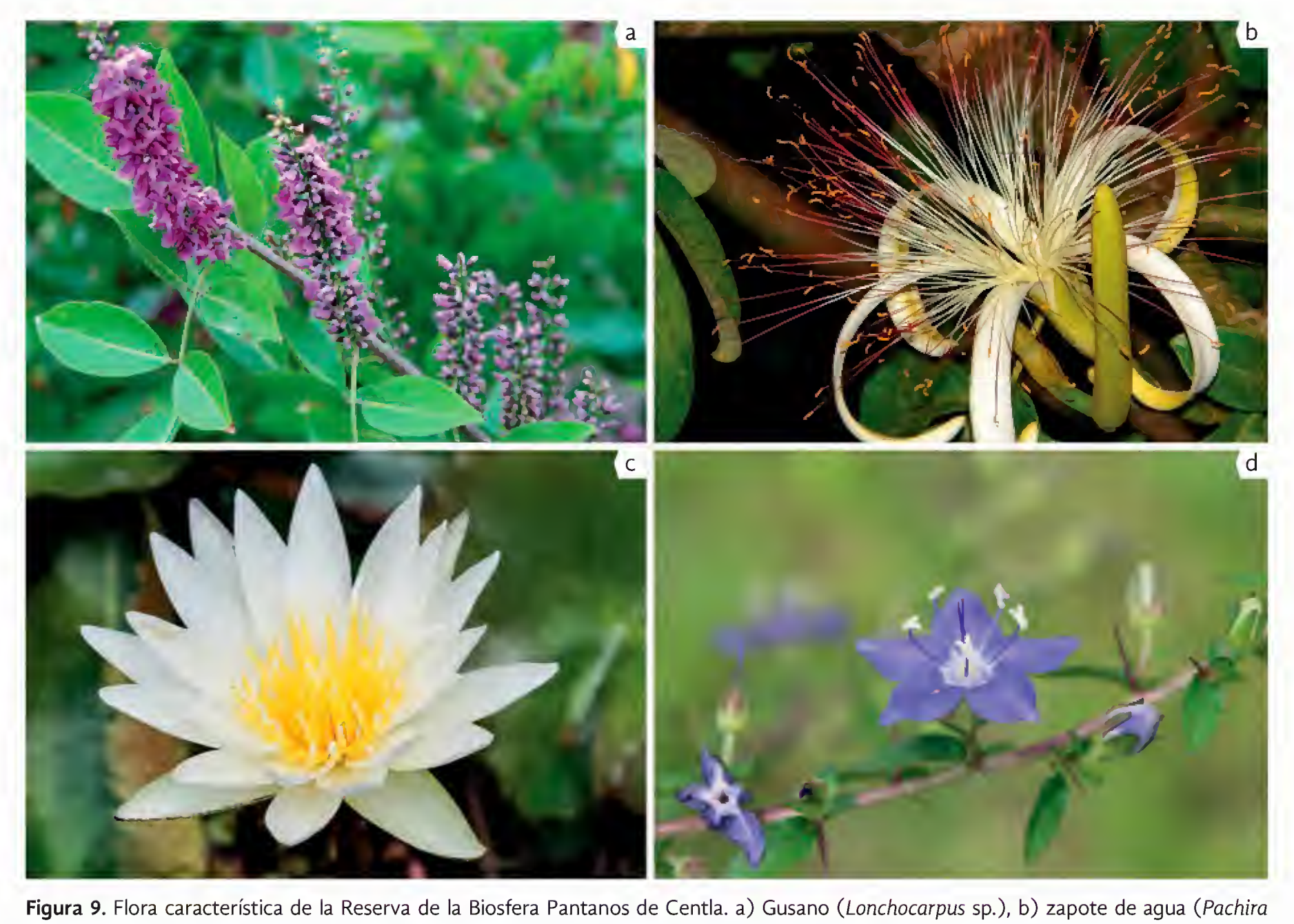


Figura 9. Flora característica de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. a) Gusano (*Lonchocarpus* sp.), b) zapote de agua (*Pachira aquatica*), c) pan caliente u hoja de sol (*Nymphea ampla*), y d) *Hydrolea spinosa*. Fotos: G. Navarro (a y b) y Nelly del C. Jiménez-Pérez (c y d).

Figura 10. Cigüeña americana (*Mycteria americana*), especie característica de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: G. Navarro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

triporcatus y *Chelydra rosignoni*), y cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*; SEMARNAP 2000).

Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta. Esta ANP corresponde a la zona serrana del municipio Tenosique con un área de 46 128 ha (SEMARNAT 2008). Está formada por calizas del cretácico superior y por rocas del terciario inferior, lo que le confiere los rasgos cársticos que se observan en la zona; es decir, la sierra presenta poco drenaje superficial debido al predominio de la infiltración del agua acompañado de la formación de cuevas (figura 11). Esta ANP presenta selva alta perennifolia que alberga alrededor de 600 especies de plantas vasculares, tiene afinidad florística con la provincia fisiográfica del Petén. Entre los árboles del dosel, de hasta 45 m de altura, existen el barí (*Calophyllum brasiliense*), ramón (*Brosimum alicastrum*), canshán (*Terminalia amazonia*), chicozapote (*Manilkara zapota*) y huapaque (*Dialium guianense*); árboles de menor tamaño son bojón (*Cordia alliodora*) y chacahuanté (*Simira salvadorensis*); mientras que en el sotobosque habitan palmas camedoras (*Chamaedorea elegans* y *C. ernestii-augustii*), aráceas (*Spatiphyllum* sp. y *Anthurium* spp.) y gran cantidad de plántulas y hongos (figura 12).

La zona también es importante como hábitat de refugio y reproducción de fauna migratoria y residente; entre ella la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), mono aullador (*Alouatta palliata*), temazate (*Mazama americana*), lagartija metálica (*Ameiva undulata*), trogón (*Trogon melanocephalus*) y tucán (*Ramphastos sulfuratus*). Al igual que los parques estatales Agua Blanca y la Sierra de Tabasco, el Cañón del Usumacinta está contemplado como microrregión del Corredor Biológico Mesoamericano desde el 2009.

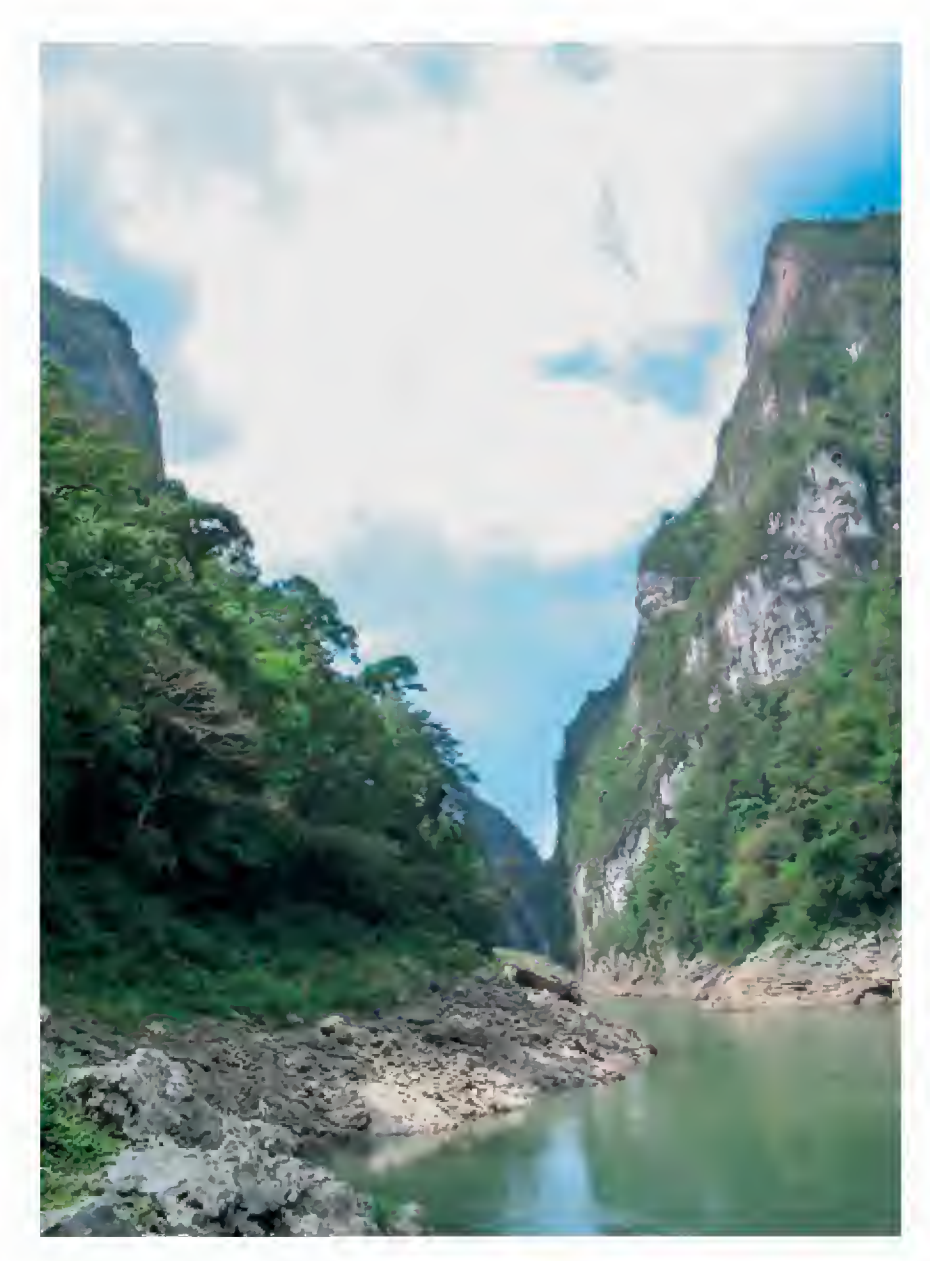


Figura 11. Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta. Ladera del cañón en el ejido Niños Héroes, Tenosique. Foto: Nelly del C. Jiménez-Pérez.

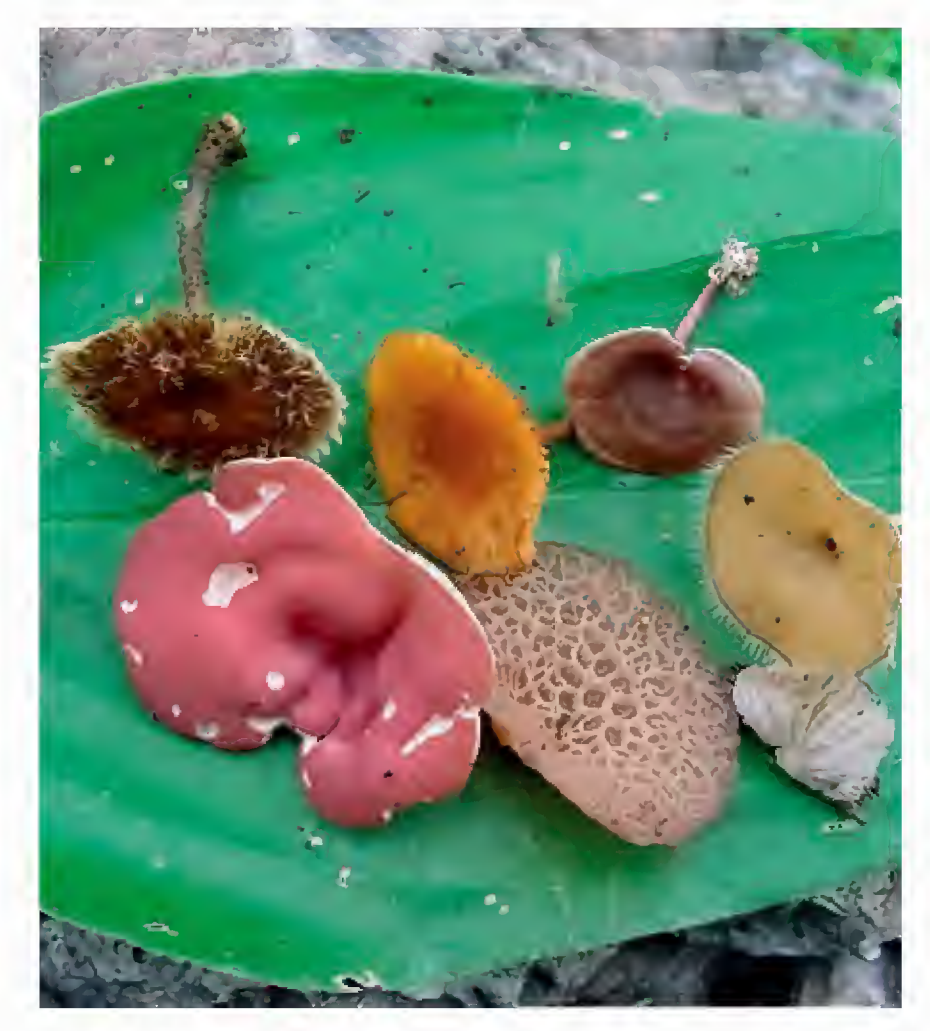


Figura 12. Diversidad de hongos presentes en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta. Foto: Nelly del C. Jiménez-Pérez.

Diversidad e importancia

Las ANP establecidas en Tabasco protegen a los principales tipos de vegetación presentes; sin embargo, en cuanto a sus aspectos biológicos, los estudios aún están incompletos (cuadro 2). A partir de los datos disponibles, se desprende que la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla es el ANP que ha recibido más atención, en contraste con el Monumento Natural Grutas del Cerro Coconá y el Parque Ecológico Laguna La Lima, que carecen de inventarios biológicos para todos los grupos taxonómicos analizados. En su mayoría, los datos de estos inventarios proceden de tesis

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de licenciatura y maestría de diferentes instituciones de nivel superior, y muy pocos han sido publicados en revistas científicas; entre estos últimos Barragán-Vázquez (2000), Guadarrama-Olivera y Ortíz-Gil (2000), Florido-Araujo *et al.* (2000), López-Bonilla y Capello-García (2000), Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar (2000), Reséndez-Medina (2000), Sol-Sánchez *et al.* (2000) y Rangel-Ruiz *et al.* (2004).

La importancia de proteger ecosistemas representativos queda de manifiesto si se compara la riqueza biológica registrada para Tabasco en general y la que salvaguarda el conjunto de ANP, que es cercana a 80% del total. Esta proporción es similar si se refiere solamente a especies consideradas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún grado de amenaza (cuadro 3; SEMARNAT 2010).

Aunando a la diversidad biológica que sustentan los hábitats protegidos, estos ecosistemas generan bienes y servicios ambientales, los cuales se definen como "el conjunto de condiciones y procesos naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia" (Torres-Rojo y Guevara-Sanguinés 2002:40). La mayor parte de los servicios que otorgan las ANP a las comunidades asentadas en éstas son el aprovechamiento directo de los recursos mediante la caza y la extracción de madera y recursos forestales no maderables, además de sostener el desarrollo de diversas actividades; por ejemplo, la riqueza ictiológica (peces) de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla es tal, que ha sido uno de los principales productos de consumo y comercio para los pobladores de las 72 comunidades asentadas en la zona (figura 13). De esta reserva se extrae 19% de la producción pesquera de la entidad, además de que se lleva a cabo una importante producción agrícola y ganadera de traspatio, y se produce 21% de gas dulce en la región sur del país (SEMARNAP 2000).

Cuadro 2. Inventarios biológicos existentes y cantidad de especies registradas en cada una de las ANP de Tabasco.

ANP	Plantas vasculares	Hongos	Gasterópodos	Insectos	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
PE Agua Blanca	E (373)[1]	ND	E (23)[2]	P (158)[3]	E (17)	E (9)[4]	P (11)[5]	ND	P (21)[6]
CICN Yumká	E (218)[7]	E (113)[7]	ND	ND	ND	ND	P (13)[7]	E (121)[8]	P (9)[7]
MN Grutas del Cerro Coconá	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PE de la Sierra de Tabasco	E (678)[9, 10]	E (96)[11]	E (48)[12]	ND	ND	E (19)[13]	P (15)[14]	E (217)[15]	E (62)[16, 17]
RB Pantanos de Centla	E (752)[18, 19]	E (49)[20]	E (29)[21, 22, 23]	ND	E (61)[24, 25]	E (13)[26]	E (45)[27]	E (210)[28]	E (94)[27]
PE Laguna El Camarón	P (81)[29]	ND	ND	ND	E (33)[29]	P (2)[29]	P (9)[29]	P (23)[29]	P (6)[29]
RE Laguna De Las Ilusiones	E (209)[30]	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PE de la Chontalpa	E (500)[31]	ND	ND	ND	NA	E (7)[31]	P (13)[31]	P (61)[31]	P (23)[31]
PE laguna La Lima	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
RE Yu Balcah	P (81)[32, 33]	ND	ND	P(45)[34]	P (10)[33]	P (3)[33]	P (8)[33]	P (41)[33]	P (13)[33]
RE Cascadas de Reforma	P (78)[35, 36, 37]	ND	ND	ND	P (13)[35]	P (6)[35]	E (29)[35]	E (116)[35]	E (91)[35]
RE Río Playa	E (246)[38, 39, 40]	ND	ND	ND	P (19)[40]	P (3)[39]	P (8)[39, 40]	E (107)[40, 41]	P (13)[40]
APFF Cañón del Usumacinta	E (595)[42]	ND	P (50)[43]	ND	P (29)[44]	E (14)[45]	E (33)[45]	E (154)[44]	E (46)[46, 47]

Entre paréntesis se indica el número de especies identificadas. PE = Parque Estatal; CICN = Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza; MN = Monumento Natural; RB = Reserva de la Biosfera; RE = Reserva Ecológica; APFF = Área de Protección de Flora y Fauna; E = existencia de inventario; P = inventario parcial; ND = no existe inventario. Fuente: [1]Montero-Carrillo 2006, [2]Rangel-Ruiz *et al.* 2004, [3]Martínez-Gómez 1994, [4]Torres-Pérez 2010, [5]Triana-Ramírez 2007, [6]Castro-Luna 1999, [7]CICN 2005, [8]Núñez-Cuevas 2009, [9]Hanan-Alipi 1997, [10]Hernández-Vázquez 2007, [11]Díaz-Contreras 2009, [12]Luciano-Zacarías 2008, [13]Rios-Rodas 2009, [14]Pérez-Cruz 2008, [15]DACBiol-UJAT 2004, [16]García-Morales 2008, [17]Gordillo-Chávez 2007, [18]Guadarrama-Olivera y Ortíz-Gil 2000, [19]Sol-Sánchez *et al.* 2000, [20]López-Bonilla y Capello-García 2000, [21]Rangel-Ruiz y Gamboa-Aguilar 2000, [22]Ortiz-Lezama 2009, [23]Montalvo-Urgel 2009, [24]Reséndez-Medina 2000, [25]Macossay-Cortez 2008, [26]Barragán-Vázquez 2000, [27]SEMARNAP 2000, [28]Arriaga-Weiss y Escobar-Padilla 1999, [29]SCAOP 1994, [30]Magaña-Alejandro 1988, [31]Sol-Sánchez 1996, [32]Verástegui-Hernández 2010, [33]PRODEFOR 1999, [34]Sosa-Vázquez 2006, [35]Galindo *et al.* 2000, [36]Contreras-Rodríguez 2009, [37]Palomeque-Martínez 2009, [38]Juárez-López 2007, [39]López-Hernández *et al.* 2000, [40]DACBiol-UJAT 2000, [41]Ibarra-Macías 2001, [42]Base de datos del herbario de la UJAT, [43]González-Valdivia *et al.* 2010, [44]DACBiol-UJAT 2005, [45]Barragán-Vázquez 2007, [46]Guzmán-Aguirre 2004 y [47]De la Cruz-Félix 2005.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

La reserva cuenta con un centro de interpretación llamado *Uyotot-ja* (La casa del agua), cuya misión es contribuir con el conocimiento y difusión de los bienes, servicios y valores ecológicos, económicos y culturales que brindan los pantanos; todo esto a partir de un espacio dinámico e interactivo.

Un servicio ambiental de alto valor en la región (considerando las problemáticas hidrológicas complejas de Tabasco) es la contribución de las ANP en el funcionamiento de las cuencas hidrológicas; entre estas se encuentran las lagunas urbanas protegidas en la ciudad de Villahermosa y la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, mismas que funcionan como sistemas reguladores. Las áreas lacustres para Villahermosa, además de ser un ecosistema idóneo para refugio, reproducción y anidación tanto de especies nativas como migratorias, son de primordial importancia, ya que funcionan como vasos reguladores necesarios para controlar las precipitaciones, regular el microclima de la ciudad, y almacenar temporalmente las descargas domésticas.

Por su parte, son muchas las funciones y servicios que proporcionan las extensas áreas de humedales que forman la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, dentro de éstas se cuentan la recarga y descarga de acuíferos, el control de las inundaciones y de los procesos erosivos (retienen sedimentos y regulan las exportaciones de biomasa), la protección contra tormentas al funcionar como barreras rompevientos y la estabilización de la línea de costa (SEMARNAP 2000). Ecológicamente, los diversos ecosistemas que resguardan los Pantanos de Centla constituyen sitios idóneos para la reproducción, alimentación y desarrollo de una compleja red alimenticia (figura 14).

Figura 13. Pescador en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: G. Navarro.

Cuadro 3. Especies protegidas en la entidad y su proporción registrada en las ANP por grupo taxonómico.

Grupo	Total de especies en Tabasco	Total de especies en ANP	Porcentaje de especies en ANP	Total de especies enlistadas en la NOM-059 en Tabasco	Total de especies enlistadas en la NOM-059, protegidas en ANP	*Porcentaje de especies enlistadas en la NOM-059, protegidas en ANP
Plantas vasculares	3 089	2 000	64.70	61	45	73.77
Hongos	194	194	100.00	3	3	100.00
Gasterópodos	179	72	40.22	0	0	0.00
Insectos (Papilionidae)	184	184	100.00	0	0	0.00
Peces	152	84	55.26	8	2	25.00
Anfibios	30	30	100.00	9	9	100.00
Reptiles	72	72	100.00	28	28	100.00
Aves	523	378	72.27	122	91	74.59
Mamíferos	133	113	84.96	37	35	94.59

Fuente: elaboración propia con información de listas derivadas del cuadro 2, base de datos del herbario de la UJAT, Bueno *et al.* 2005, SEMARNAT 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 14. Anidación de garza dedos dorados (*Egretta thula*) dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: G. Navarro.

Además de resguardar buena parte de la biodiversidad del estado y de otros servicios ambientales que tienen que ver con el desempeño mismo de los ecosistemas, las ANP poseen atractivos naturales con características de gran relevancia estética del paisaje y de valor para la promoción del turismo alternativo, como Agua Blanca, Cascadas de Reforma, Grutas de Coconá, Pantanos de Centla y el Cañón del Usumacinta (figuras 15 y 16). En todas, el manejo de desarrollos turísticos alternativos ha recaído en organizaciones de pobladores locales, por lo que es prioritario mantener políticas de preservación de las ANP mediante los esfuerzos de los diferentes niveles de gobierno implicados en cada caso, y de las diferentes comunidades asentadas en las áreas protegidas.

Las ANP ubicadas en Tabasco desempeñan una función clave ante la amenaza que supone el cambio climático en el sureste mexicano, ya que conservan extensas áreas de bosque tropical que eliminan grandes cantidades de carbono de la atmósfera en tiempos relativamente cortos, y ayudan a mitigar el calentamiento del planeta y los efectos de cambio climático global. En el Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Tabasco se contempla tanto el mantenimiento de los sistemas forestales protegidos, como el incremento de los reservorios de carbono ubicados en el estado (SERNAPAM 2011).

Problemática

A partir de estudios técnicos justificativos se identificaron las presiones antropogénicas e impactos más relevantes que se presentan en tres áreas naturales (estatales y una federal). Los resultados de prospección, promoción y los instrumentos de evaluación y dirección estratégica que la SERNAPAM aplica en localidades asentadas en ANP, se resumen a continuación:

- Cambio del uso del suelo impulsado principalmente por el crecimiento de la frontera agropecuaria, y en menor proporción por el proceso de expansión para asentamientos en centros de población, lo que provoca la transformación de selvas y zonas de humedales.
- Alteración hidrológica por modificación en los cauces de los ríos, construcción de drenes e incremento de las descargas de aguas residuales.
- Abandono de actividades agropecuarias, producto de movimientos migratorios hacia el centro del estado.
- Desarrollo de infraestructura petrolera, construcción de carreteras y redes eléctricas, crecimiento demográfico y hacinamiento de la población en asentamientos irregulares, lo cual fomenta la proliferación de fuentes de contaminantes, debido a la generación de residuos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 15. Incipiente desarrollo turístico alternativo en la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma. Foto: Perfecto Alcudia-García.

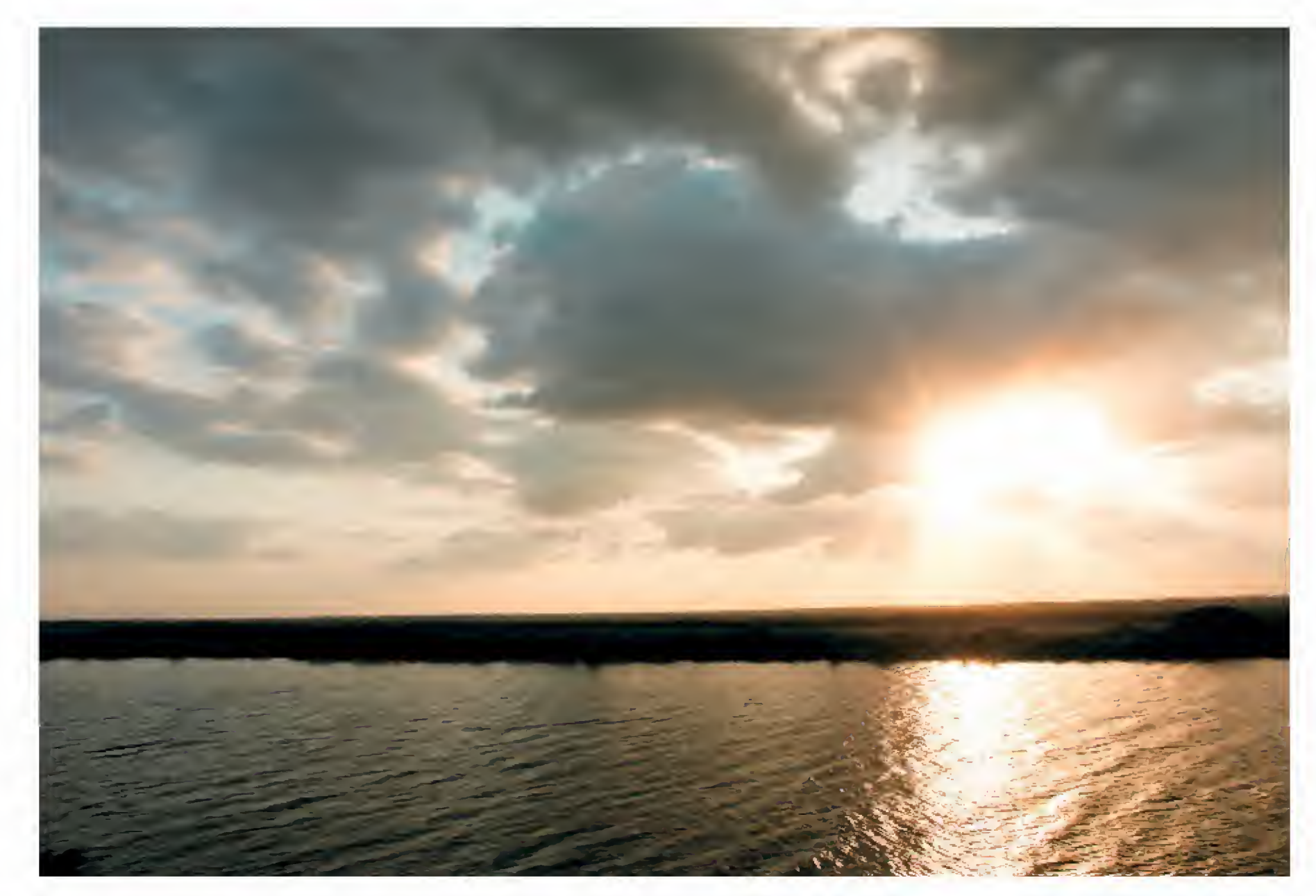


Figura 16. Atardecer en la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla. Foto: G. Navarro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sólidos cuya disposición final no ha tenido el correspondiente tratamiento.

- Deterioro de la calidad del agua, suelo y aire por falta de previsión y control de la contaminación por residuos, emisiones a la atmósfera y manejo inadecuado de materiales peligrosos; sobre todo los generados por la industria petrolera y agroindustrias.
- Sobreexplotación y uso ilegal de los recursos naturales, así como ampliación de las áreas de pesca y caza furtiva; en general, una cultura débil de conservación y aprovechamiento de recursos naturales, fomentada por crisis económicas causantes de pobreza y escasez de ocupación e ingreso.
- Incendios forestales recientes (2005 a 2010), ocasionados por el uso inadecuado del fuego en actividades agropecuarias.
- Introducción de especies invasoras y exóticas que causan desequilibrios ecológicos, así como impactos económicos, sociales y a la salud.

Los problemas referentes al manejo de las ANP están relacionados con la necesidad de actualizar los programas de manejo existentes, así como con la revisión de la legislación vigente en cuanto a la determinación de competencias y a la fijación precisa de los límites geográficos de las áreas protegidas, como es el caso del Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, que presenta desfasamiento del polígono. En el mismo análisis también se detecta la insuficiencia de capacidades de recursos humanos e infraestructura imprescindibles para el manejo adecuado de las ANP.

Perspectivas

Aun cuando se ha decretado la protección de porciones de los ecosistemas representativos del estado, la integridad de estos ambientes se ve seriamente amenazada por diversos problemas que ya han sido mencionados. Ante este escenario, se requiere desarrollar estrategias para contrarrestar los efectos de estas amenazas, como acciones enfocadas al aumento de capacidades, normatividad, promoción, asistencia técnica, capacitación y seguimiento, así como de construcción, equipamiento, mantenimiento y protección favorables a procesos de conservación de biodiversidad y desarrollo sustentable en las áreas protegidas; entre ellas, el impulso de buenas prácticas productivas mediante del manejo forestal sustentable y el desarrollo agroforestal.

Estas estrategias deben incluir a todos los actores y grupos sociales en torno al manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, con acciones que contengan o frenen procesos de degradación ambiental, y acciones que promuevan la conservación y aprovechamiento de recursos naturales con beneficios económicos y socioculturales. En este sentido, se ha iniciado el programa de ordenamiento territorial comunitario con el Taller de Formación de Promotoras para la Equidad de Género y la Conservación de la Biodiversidad, que es una iniciativa de intervención dirigida a mujeres que habitan en áreas que se incluyen en el Corredor Biológico Mesoamericano.

En este contexto tiene relevancia la permanencia del sistema de ANP en la continuación y escalamiento de los esfuerzos institucionales y sociales que se despliegan en torno al mejoramiento de la relación ambiente-sociedad en las áreas definidas como protegidas y prioritarias de conservación.

Referencias

Arriaga-Weiss, S.L y O.E. Escobar-Padilla. 1999. Composición y estructura de la ornitofauna de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L121, México.

Barragán-Vázquez, M.R. 2000. Los anfibios de Quintín Arauz, municipio de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 30(15):59-66.

——. 2007. *Análisis ecológico de la comunidad de anfibios y reptiles de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. UJAT, Tabasco.

Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago (eds.). 2005. *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. CONABIO/Instituto de Biología-UNAM, México.

Castro-Luna, A.A. 1999. *Contribución al conocimiento de los murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Parque Estatal "Agua Blanca", Macuspana, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

CICN. Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza. 2005. Listado de flora y fauna del CICN-Yumka'. CICN, Tabasco.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2013. Áreas protegidas decretadas. En: ‹*http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/*›, última consulta: 6 de noviembre de 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Congreso del Estado. 1983. Decreto 2262. Publicado el 19 de enero de 1983 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 1987a. Decreto 0658. Publicado el 19 de diciembre de 1987 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 1987b. Decreto 0659. Publicado el 19 de diciembre de 1987 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 1988a. Decreto 0660. Publicado el 24 de febrero de 1988 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 1988b. Decreto 0661. Publicado el 24 de febrero de 1988 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 1993. Decreto 6514. Publicado el 5 de junio de 1993 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 1995. Acuerdo publicado el 8 de febrero de 1995 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 2000. Decreto 14688. Publicado el 10 de junio de 2000 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 2002. Acuerdo 17432 publicado el 23 de noviembre de 2002 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

——. 2004. Acuerdo 19284 publicado el 29 de septiembre de 2004 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

Contreras-Rodríguez, I. 2009. *Estructura y composición florística de acahuales de selva baja perennifolia en la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

DACBiol-UJAT. División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 2000. Estudio de la riqueza biológica del ejido Río Playa, Comalcalco. UJAT, Tabasco.

——. 2003. Programa de manejo del Parque Estatal de La Sierra de Tabasco. Sierra Poaná, Sierra Tapijulapa y Sierra El Madrigal. Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental, Tabasco.

——. 2004. Plan Rector Único de Gestión (Programa de Manejo) del Parque Estatal de la Sierra. UJAT, Tabasco.

——. 2005. Sustento técnico del documento de propuesta de Decreto del Área Natural Protegida denominada Parque Estatal Cañón del Usumacinta. UJAT, Tabasco.

De la Cruz-Félix, H.K. 2005. *La comunidad de mamíferos en áreas forestales con diferentes historias de incendios en Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Díaz-Contreras, A.A. 2009. *Diversidad de hongos macroscópicos en las Sierras Poaná, Tapijulapa y El Madrigal en los municipios de Tacotalpa y Teapa, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Galindo, A.A., A.S. Ruíz, R.C. Zenteno *et al*. 2000. *Diagnóstico integral de las Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco: sustento técnico de la propuesta de un área natural protegida*. DACBiol-UJAT/Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

García-Morales, R. 2008. *Diversidad alfa, beta y gamma de murciélagos del Parque estatal La Sierra, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

González-Valdivia, N., S. Ochoa-Gaona, L.J. Rangel-Ruiz *et al*. 2010. Gasterópodos terrestres asociados a un paisaje agropecuario y a un referente ecológico en el Sureste de México. En: *Perspectivas en malacología mexicana*. L.J. Rangel-Ruiz, J. Gamboa-Aguilar, S.L. Arriaga-Weiss y W.M. Contreras-Sánchez (eds.). UJAT, Tabasco, pp. 90-122.

Gordillo-Chávez, E.J. 2007. *Los mamíferos terrestres del Parque Estatal La Sierra, Tabasco, registrados por cinco métodos de muestreo*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Tabasco.

Guadarrama-Olivera, M.A. y G. Ortíz-Gil. 2000. Análisis de la flora de la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* (30)15:67-104.

Guzmán-Aguirre, C.C. 2004. *Mastofauna de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Hanan-Alipi, A.M. 1997. *Análisis florístico de la Sierra del Madrigal, Teapa, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Hernández-Vázquez, M.A. 2007. *Aspectos ecológicos de las comunidades vegetales del Cerro El Madrigal en el Sector Zunú y Patastal, Tacotalpa, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Ibarra-Macías, A.C. 2001. *Estudio comparativo de la avifauna presente en dos plantaciones de cacao en los municipios de Comalcalco y Paraiso, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Juárez-López, S. 2007. *Aspectos sinecológicos del corredor rural neotropical Zapotal - Zaragoza, Comalcalco, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Tabasco.

López-Bonilla, F. y S. Capello-García. 2000. Lista de hongos (macromicetes y mixomicetes) de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia* 30:51-58.

López-Hernández, E.S. 2006. Áreas protegidas y ecoturismo. Una evaluación para su desarrollo sostenible en Tabasco. UJAT, Tabasco.

López-Hernández, E.S., F. López-Bonilla y A.R. Rodríguez-Luna. 2000. Reserva ecológica ejidal campesina en el ejido Río Playa, municipio de Comalcalco, Tabasco. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México.

Luciano-Zacarías, L. 2008. *Estudio comparativo de dos comunidades de gasterópodos terrestre en el Parque Estatal La Sierra, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Macossay-Cortez, A.A. 2008. *Ictiofauna del humedal tropical Pantanos de Centla, al sur del golfo de México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Magaña-Alejandro, M.A. 1988. *La vegetación de la Laguna de las Ilusiones*. UJAT, Tabasco.

Márquez-Couturier, G., E.S. López-Hernández y J.M. Carrera-Velueta. 2000. *Estudio de la riqueza biológica del Ejido Río Playa, Comalcalco, Tabasco, para el establecimiento de una reserva ejidal campesina*. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Martínez-Gómez, L.M. 1994. *Inventario de la División Rhopalocera (Lepidoptera: Frenatae) del Parque estatal de Agua Blanca, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Montalvo-Urgel, H.E. 2009. *Invertebrados acuáticos e ictiofauna (<20 cm) distribuida en troncos hundidos en un humedal tropical, Pantanos de Centla, al sur del golfo de México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Montero-Carrillo, J.L. 2006. *La flora del Parque Estatal Agua Blanca y su potencial ornamental*. Tesis de ingeniero agrónomo. UACH, México.

Núñez-Cuevas, R. 2009. *Avifauna de la Reserva Ecológica Yumká, Villahermosa, Tabasco*. Tesis de licenciatura en ecología. UJAT, Tabasco.

Ortiz-Lezama, O.M. 2009. *Estructura y composición de moluscos bentónicos de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. UJAT, Tabasco.

Palma-López, D.J., E. García-López, A. Sol-Sánchez y J.F. Juárez-López. 1998. Propuesta de plan de manejo del Parque Ecológico de la Chontalpa. Colegio de Postgraduados, Tabasco.

Palomeque-Martínez, M.I. 2009. *Inventario florístico de la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, Balancán, Tabasco*. Tesina de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Pérez-Cruz, F.A. 2008. *Ofidiofauna del poblado Oxolotán, municipio de Tacotalpa, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

PRODEFOR. Programa para el Desarrollo Forestal. 1999. Programa de manejo forestal persistente con énfasis en ecoturismo y protección de los recursos naturales. Predio "La Asunción", Tacotalpa, Tabasco.

Rangel-Ruiz, L.J. y J. Gamboa-Aguilar. 2000. Gasterópodos epicontinentales de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 30:129-140.

Rangel- Ruiz, L.J., J. Gamboa-Aguilar y F. Alegría-Ruiz. 2004. Diversidad malacológica en la región Maya II. Parque Estatal Agua Blanca, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 20:55-62.

Reséndez-Medina, A. 2000. Peces de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Resultados preliminares. *Universidad y Ciencia* 30:141-146.

Rios-Rodas, L. 2009. *Diversidad alfa y beta de anfibios en dos áreas con diferente grado de conservación en Tacotalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

SCAOP. Secretaría de Comunicaciones, Asentamientos y Obras Públicas. 1994. Programa de Manejo del Parque Ecológico "Laguna Del Camarón". Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

SEDESPA. Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental. s/f. Áreas Naturales Protegidas de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco 2002-2006, Tabasco.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. INE, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Decreto por el que se declara área natural protegida con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, la región conocida como Cañón del Usumacinta, localizada en el municipio de Tenosique, en el estado de Tabasco. Publicado el 22 de septiembre de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SERNAPAM. Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. 2011. Programa de acción ante el cambio climático del estado de Tabasco. SERNAPAM, Tabasco.

Sol-Sánchez, A. 1996. *Diversidad florística de la selva de canacoíte: Bravaisia integerrima (Sprengel) Standl. en la región de la Chontalpa, H. Cárdenas, Tabasco, México*. Tesis de maestría en agroecosistemas tropicales. Colegio de Postgraduados, México.

Sol-Sánchez, A., E.S. López-Hernández y F. Maldonado-Mares. 2000. Estudio etnobotánico en la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. I: un primer enfoque. *Universidad y Ciencia* 30(15):105-113.

Sosa-Vázquez, R.A. 2006. *Composición de la superfamilia Papilionoidae (Insecta - Lepidoptera) en el centro ecoturístico de Yu Balcah, Tacotalpa, Tabasco, México*. Tesina de licenciatura en ecología. UJAT, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Torres-Pérez, M.A. 2010. *La comunidad de anuros de la selva mediana subperennifolia del Parque Estatal Agua Blanca*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Torres-Rojo, J. M. y A. Guevara-Sanguinés A. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. *Gaceta Ecológica* 63:40-59.

Triana-Ramírez, D.I. 2007. *Estudio de la comunidad de serpientes del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco*. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

Verástegui-Hernández, E. 2010. Estudio florístico y manual de identificación de plantas trepadoras de la selva de canacohite *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl. de Tabasco. Tesis de licenciatura en biología. UJAT, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Importancia de las zonas estuarinas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla para la conservación de la biodiversidad de peces

Manuel Mendoza Carranza, Wendi del Carmen Arévalo Frías y Alejandra Sepúlveda Lozada

Introducción

La fauna estuarina de peces ha sido estudiada de forma extensa en muchas partes del mundo, pues las zonas donde se distribuye desempeñan una función fundamental como áreas de crianza de una amplia variedad de organismos que incluyen especies de gran importancia comercial (Day *et al.* 1989, Kennish 1990, García *et al.* 2001). Por esto es esencial conocer, conservar y proteger las zonas estuarinas para sostener las pesquerías y las sociedades humanas relacionadas con este entorno (Heck *et al.* 1997, Whitfield 1999, Blaber 2002, Sheridan y Hays 2003).

La Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) es un área de aproximadamente 305 000 ha, de la cual 70% está cubierta de diversos ambientes acuáticos (zonas costero marinas, ríos, lagunas estuarinas y de agua dulce, arroyos y humedales) que, a su vez, sostienen diversos e importantes hábitats; entre los principales están los mantos de vegetación sumergida y zonas de manglar (SEMARNAP 2000). Estos hábitats contienen gran diversidad de plantas y animales, lo cual hace que esta zona merezca un especial interés en cuanto a los estudios de fauna acuática. Entre los grupos más diversos e importantes económicamente –pero paradójicamente menos conocidos en relación con su biodiversidad– están los peces que, además de su variedad, representan un importante recurso en la reserva (Mendoza-Carranza *et al.* 2008). El objetivo del presente estudio es analizar los antecedentes respecto a la diversidad de peces dentro de la RBPC. Para ello se presenta una lista comparativa de los estudios publicados hasta el momento, así como de datos inéditos originados de muestreos efectuados durante 2004 y 2005, y muestreos puntuales durante 2009 y 2010; todos, producto de diversos proyectos de investigación hechos por el Departamento de Aprovechamiento de Recursos Acuáticos de El Colegio de la Frontera Sur (Villahermosa) y uno con apoyo de la International Foundation for Science (2004-2005). Asimismo, se clasifican las especies de peces por su ambiente, con base en Froese y Pauly (2012), y se muestra una ponderación de la proporción de especies que tienen importancia comercial.

Riqueza de especies en la RBPC

A partir del análisis de los trabajos de Espinoza-Pérez y Daza-Zepeda (2005), SEMARNAP (2000), Reséndez y Salvadores (2000), Mendoza-Carranza *et al.* (2010), Macossay-Cortez *et al.* (2011), Sánchez *et al.* (2012), Arévalo-Frías y Mendoza-Carranza (2012) y el presente estudio para la RBPC, se registraron 162 especies de peces (apéndice 35), de las cuales 138 ocurren en la reserva.

Los trabajos que menos cantidad de especies reportan son los de Reséndez y Salvadores (2000) con 24 especies, Mendoza-Carranza *et al.* (2010) y Sánchez *et al.* (2012) ambos con 29 especies (apéndice 35). En el caso del primer trabajo, su poca riqueza se atribuye a que es un listado preliminar, y el segundo por estar restringido solamente a dos localidades (arroyo Polo y laguna San Pedrito) y ser un muestreo de corta duración (cuadro 1). En el tercer trabajo es probable que la escasa cantidad de especies esté relacionada con la poca eficiencia de las artes de pesca empleadas, a pesar de que abarca un área geográfica de siete localidades asociadas a vegetación sumergida (*Vallisneria americana*).

Mendoza-Carranza, M., W. Arévalo-Frías y A. Sepúlveda-Lozada. 2019. Importancia de las zonas estuarinas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla para la conservación de la biodiversidad de peces. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 206-211.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Trabajos sobre la diversidad de peces realizados en la RBPC.

Referencia	Métodos de muestreo	Áreas o locales de muestreo	Periodos de muestreo
Espinoza-Pérez y Daza-Zepeda (2005)	Colecta, consulta a colecciones ictiológicas, búsqueda bibliográfica	Cuenca del río Tonalá, Cuenca Grijalva-Usumacinta, Subsistema Grijalva: río Mezcalapa, río Samaria, río González. Subsistema Usumacinta: río San Pedro y San Pablo.	1979, 1981, 1984, 1987, 1993, 1989 (basados en fechas de publicaciones analizadas)
SEMARNAP (2000)	Revisión bibliográfica	No determinado	1994
Reséndez y Salvadores (2000)	Red agallera, chinchorro, red cuchara y muestras provenientes de la pesca comercial	Laguna El Coco, arroyo Limoncillo, arroyo Chicozapote, arroyo Polo, laguna Pájara Primera, laguna Pajaral Segunda, río Tabasquillo, río Grijalva, laguna El Librillo, laguna El Viento, laguna Tronconada, laguna San Pedrito, Boca de Chilapa, laguna Larga, canal El Moral, arroyo Pantoja, laguna Tocual, laguna Sargazal, laguna Landeros, Laguna Chichicastle, río Bitzal, laguna El Loncho, río Maluco, laguna El Mocho, laguna San Isidro, río Usumacinta, arroyo Cañaveral, laguna San Isidro, laguna El Cometa, río San Pedro y San Pablo	1998
Mendoza-Carranza *et al.* (2010)	Red de arrastre de playa, red agallera, red de arrastre de barra	Arroyo Polo, laguna de San Pedrito	Junio, 2006
Macossay-Cortez *et al.* (2011)	Redes de cuchara, red Renfro, muestreo manual	Laguna San Pedrito, laguna Punteada, laguna El Guanal, laguna San Isidro, laguna El Coco, puente Frontera, puente San Pedro y San Pablo, laguna El Cometa, dren Narváez Norte, laguna Narváez, dren Narváez Sur, laguna El Viento, laguna Concepción, laguna Larga, río Grijalva, laguna Los Ídolos, río Bitzal, laguna El Tintal, laguna Landeros, laguna Sargazal, laguna El Loncho, laguna Chichicastle, laguna El Sauzo, laguna San Isidro-El Jobo, laguna Cantemoc, canal de San Román, arroyo Punteada, río Usumacinta	2000-2010
Sánchez *et al.* (2012)	Red de caja, red Renfro	Laguna El Viento, laguna San Pedrito, laguna Chichicastle, arroyo Polo, laguna El Guanal, laguna El Sauzo, laguna Tronconada	1999-2010
Arévalo-Frías y Mendoza-Carranza (2012)	Red de arrastre de playa, red de arrastre de fondo con boca rígida	Boca del río Grijalva, arroyo Polo, Tres Brazos, laguna de San Pedrito, boca del río San Pedro y San Pablo, río San Pedro y San Pablo, laguna El Cometa	2003-2004
Presente estudio	Red de arrastre de playa, red de arrastre de fondo con boca rígida, red agallera	Boca del río Grijalva, arroyo Polo, Tres Brazos, laguna de San Pedrito, laguna El Coco, boca del río San Pedro y San Pablo, río San Pedro y San Pablo, laguna El Cometa	2003-2004, 2009, 2010

En número de especies reportadas le siguen los trabajos de SEMARNAP (2000) y el de Macossay-Cortez *et al.* (2011) con 49 y 43 especies de peces respectivamente, y los trabajos de Arévalo-Frías y Mendoza-Carranza (2012) y el presente estudio con 95 y 114 especies (apéndice 35), estos últimos hechos en la porción centro-norte de la RBPC (cuadro 1). A pesar de que los trabajos de SEMARNAP (2000) y Macossay-Cortez *et al.* (2011) cubrieron todos o casi todos los cuerpos de agua de la reserva (cuadro 1) y con un periodo de muestreos que abarcó 10 años, la poca cantidad de especies reportada en estos puede atribuirse a que no fueron considerados los ambientes estuarinos ni marinos de la reserva. Este hecho se refleja en la destacada presencia de especies dulceacuícolas comúnmente llamadas topotes de la familia Poeciliidae (*Carlhubbsia kidderi*, *Gambusia yucatana*, *G. sexradiata*, *Heterophallus* (aff) *rachovii* y *Phallichthys fairweatheri*), así como por la ausencia de especies marinas y estuarinas; por ejemplo, de la familia Carangidae (algunos de ellos conocidos como jureles).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En general, la familia con más riqueza de especies en la RBPC son los cíclidos, identificados comúnmente como mojarras, compuesta por 28 especies; y se identificó que cuatro de las cinco especies reportadas por todos los trabajos pertenecen a la familia Cichlidae, entre ellas la mojarra castarrica (*Cichlasoma urophthalmum*), la mojarra paleta (*Vieja melanura*), la mojarra tenhuayaca (*Petenia splendida*) y la mojarra de Montecristo (*Oscura heterospila*; apéndice 35). Además, siete especies más componen la lista de las más reportadas en los trabajos analizados, y son la mojarra zacatera (*Cincelichthys pearsei*), mojarra pico de gallo (*C. salvini*), mojarra de San Juan (*Parachromis friedrichsthalii*), mojarra boca de fuego (*Thorichthys meeki*), mojarra de la pasion (*T. pasionis*; figura 1a), mojarra tilapia plateada (*Oreochromis niloticus*) y mojarra amarilla (*T. helleri*). En riqueza le sigue la familia Poecilidae (conocidos comúnmente como topotes), de la cual se han registrado 19 especies, los más reportados son el topote del Atlántico (*Poecilia mexicana*) y el topote lacandón (*P. petenensis*).

En este estudio se presentan como primeros registros para las aguas continentales de Tabasco a la sardinita yucateca (*Astyanax altior*), sardinita mexicana (*A. mexicanus*), mojarra pozolera (*Maskaheros argenteus*; figura 1b), carpa (*Cyprinus carpio*; figura 1c), guanábana rayada (*Chilomycterus schoepfii*), ronco canario (*Conodon nobilis*; figura 1d), corvina lanza (*Stellifer lanceolatus*) y barracuda (*Sphyraena barracuda*; figura 1e).

Figura 1. a) Mojarra de la pasión (*Thorichthys pasionis*), b) mojarra pozolera (*Maskaheros argenteus*), c) carpa (*Cyprinus carpio*), d) ronco canario (*Conodon nobilis*), y e) barracuda (*Sphyraena barracuda*). Fotos: Manuel Mendoza-Carranza.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Especies y ambientes

La mayoría de las especies reportadas en los estudios analizados y el presente son de agua dulce (43.2%); seguidas por especies marino-estuarinas (21.6%), caracterizadas por ser de origen marino pero que pueden ingresar a las zonas costeras con menores salinidades; eurihalinas (13.6%), especies que toleran amplios rangos de salinidad; marinas (13%) y el resto (8.6%) son especies de agua dulce-estuarinas, originarias de agua dulce pero que toleran ciertos rangos de salinidad. Para la RBPC se observa que, a pesar de que las especies de agua dulce son las más abundantes (21%), en conjunto las marinas, marino-estuarinas y estuarinas sobrepasan este porcentaje (32.7%). En la mayoría de los estudios citados se observa que de 41 a 69% de las especies reportadas son de agua dulce, mientras que para el presente estudio la proporción de especies es más equilibrada entre los ambientes de los cuales proceden. Este cambio de proporciones de especies entre los trabajos analizados y el presente no puede atribuirse a cambios en las comunidades de peces, sino a las diferencias entre las zonas y métodos de muestreo (cuadro 1); por ejemplo, en el trabajo de Arévalo-Frías y Mendoza-Carranza (2012) y el presente estudio se abarcaron más áreas estuarinas y marino costeras que en los trabajos anteriores (cuadro 1).

Importancia económica

Uno de los aspectos en que destaca la importancia de los ambientes acuáticos de la RBPC como zonas de reclutamiento de peces, es que cerca de la mitad de las especies tienen alguna importancia comercial; por ejemplo, por su alto valor comercial, sobresalen cuatro especies de robalo (*Centropomus undecimalis*, *C. mexicanus*, *C. parallelus* y *C. poeyi*; Perera-García *et al.* 2011), así como el bagre bandera (*Bagre marinus*), los cuales son base de la economía pesquera de la costa de Tabasco (Mendoza-Carranza *et al.* 2012). Nuevamente, la familia con mayor cantidad de especies de importancia comercial fueron los cíclidos, con 17 especies (apéndice 35).

Especies introducidas

Merecen especial mención las especies introducidas, entre éstas las mojarras que, en conjunto, se conocen como tilapias (*Oreochromis aureus*, *O. niloticus*, *O. mossambicus* y *Tilapia rendali*); de las cuales solamente *O. aureus* y *O. niloticus* se reportan para la RBPC. Todas tienen importancia pesquera a lo largo de todo el estado (SEMARNAP 2000, Mendoza-Carranza *et al.* 2008). Otra especie introducida recientemente en los cuerpos de agua de la RBPC y de Tabasco, y que ha tenido un alarmante incremento de su abundancia, es el pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*), el cual se ha convertido en un grave problema pesquero y ecológico (Wakida-Kusunoki *et al.* 2007, Mendoza-Carranza *et al.* 2008, 2010) debido a que interfiere en las operaciones de pesca con redes agalleras donde es capturado en grandes volúmenes y, desde el punto de vista ecológico, compite por espacio y alimento con un número de especies aún no determinado.

Conclusión y recomendaciones

La gran riqueza de especies de peces encontradas en la RBPC trae consigo varios retos de índole taxonómica y de identificación, por lo que se sugiere revisar más a fondo el estatus taxonómico de las especies listadas con especial énfasis en el grupo de los cíclidos y poecílidos. Como ejemplo de estos problemas se tiene que *Eleotris abacurus* (listado en Espinoza-Pérez y Daza-Zepeda 2005) y *E. amblyopsis* son sinonimias para el pez dormilón oscuro (Pezold y Cage 2001); sin embargo, en esta revisión se decidió respetar el criterio de todos los autores respecto a los listados que presentan.

Es importante profundizar en los trabajos ya publicados, especialmente en cuanto al análisis de abundancias relacionadas con las especies y ocurrencias en espacio y tiempo, lo que nos puede proporcionar información valiosa del comportamiento de las comunidades de este grupo. Además, se recomienda analizar comparativamente las áreas más estudiadas, como la laguna de San Pedrito, para describir patrones de variación en las comunidades en grandes escalas de tiempo.

Para futuros estudios es muy importante estandarizar los métodos de muestreo a fin de que los índices derivados de éstos puedan ser comparables; por ejemplo, uno de los métodos más versátiles y que permitió incrementar de forma sustancial la captura de peces de diferentes especies, son la red de arrastre de playa y la red de arrastre de fondo, por lo cual se recomienda su uso como método estándar de colecta de peces juveniles y de tallas pequeñas a medianas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sin duda, es necesario ampliar e incrementar los estudios en cuanto a la ecología de las especies que ocurren en la RBPC. También es urgente continuar los estudios y definir estrategias de control para especies invasoras, como el pez diablo, que a la fecha no representa ninguna importancia comercial y que, por su versatilidad ecológica, ha competido eficientemente por espacio y alimento con casi todas las especies nativas del estado, extendiendo su área de distribución no sólo a cuerpos de agua dulce, sino también a las zonas estuarinas de la reserva (Capps *et al.* 2011).

Este estudio pone de manifiesto la gran importancia de los cuerpos acuáticos de la RBPC como zonas de reclutamiento de una abundante cantidad de especies de peces, lo que resulta un argumento firme para fortalecer los programas de conservación de estos hábitats y de la RBPC en Tabasco.

Referencias

Arévalo-Frías, W. y M. Mendoza-Carranza. 2012. Larvas y juveniles de peces en ambientes estuatinos de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y su zona adyacente. En: *Recursos acuáticos costeros del sureste: tendencias actuales en investigación y estado del arte*. A.J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y B. Pérez (eds.). RECORECOS/CONCYTEY/UNACAR/UJAT/ECOSUR/UNAM, México, pp. 242-269.

Blaber, S.J.M. 2002. Fish in hot water: the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *Journal of Fish Biology* (Supplement sA) 61:1-20.

Capps, K.A., L.G. Nico, M. Mendoza-Carranza *et al.* 2011. Salinity tolerance of non-native suckermouth armoured catfish (Loricariidae: Pterygoplichthys) in south-eastern Mexico: implications for invasion and dispersal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21(6):528-540.

Day, J.W., A.S. Hall, W.M. Kemp y A. Yañez-Arancibia. 1989. *Estuarine ecology*. Wiley, Nueva York.

Espinoza-Pérez, H. y A. Daza-Zepeda. 2005. Peces. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 225-240.

Froese, R. y D. Pauly. 2012. FishBase. World wide web electronic publication. En: ‹*www.fishbase.org*›, última consulta: mayo de 2012.

García, A.M., J.P. Vieira y K.O. Winemiller. 2001. Dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. *Journal of Fish Biology* 59:1218-1238.

Heck, K.L., D.A. Nadeau y R. Thomas. 1997. The nursery role of seagrass beds. *Gulf of Mexico Science* 15:50-54.

Kennish, M.J. 1990. *Ecology of estuaries: biological aspects*. CRC Press, Florida.

Macossay-Cortez, A., A.J. Sánchez, R. Florido *et al.* 2011. Historical and environmental distribution of the ichthyofauna in the tropical wetland of pantanos de Centla, southern gulf of Mexico. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 41(3):17.

Mendoza-Carranza, M., D.J. Hoeinghaus, A.M. García y A. Romero-Rodríguez. 2010. Aquatic food webs in mangrove and seagrass habitats of Centla wetland, a biosphere reserve in southeastern Mexico. *Neotropical Ichthyology* 8(1):171-178.

Mendoza-Carranza, M., M.L. Martínez-Gutiérrez, E.C. Segura-Berttolini y A. Hernández-López. 2008. *Memorias del taller diagnóstico de la pesca en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: la perspectiva social de pesca en los Pantanos de Centla*. El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa.

Mendoza-Carranza, M., A. Romero-Rodríguez, W. Arévalo-Frías *et al.* 2012. El bagre bandera *Bagre marinus* (Mithcill, 1815) como especie clave de la pesca marina de pequeña escala en la costa de Tabasco. En: *Recursos acuáticos costeros del sureste: tendencias actuales en investigación y estado del arte*. A.J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y B. Pérez (eds). RECORECOS/CONCYTEY/UNACAR/UJAT/ECOSUR/UNAM, México, pp. 527-547.

Perera-García, M.A., M. Mendoza-Carranza, W.M. Contreras-Sánchez *et al.* 2011. Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. *Revista de Biología Tropical* 59(2):669-681.

Pezold, F. y B. Cage. 2001. A review of the sninycheek sleepers, genus *Eleotrtis* (Teleostei: Eleotridae), of the western hemisphere, with comparison to the western african species. *Tulane Studies in Zoology and Botany* 31(2):45.

Reséndez, A.M. y M.L.B. Salvadores. 2000. Peces de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Resultados preliminares. *Universidad y Ciencia* 15(30):141-146.

Sánchez, A.J., R. Florido, M. Cruz-Ascencio *et al.* 2012. Distribución de macroinvertebrados acuáticos y peces en cuatro hábitats en Pantanos de Centla, sur del golfo de México. En: *Recursos acuáticos costeros del sureste: tendencias actuales en investigación y estado del arte*. A.J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y B. Pérez (eds.). RECORECOS/CONCYTEY/UNACAR/UJAT/ECOSUR/UNAM, México, pp. 416-443.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. INE, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sheridan, P. y C. Hays. 2003. Are mangroves nursery habitat for transient fishes and decapods? *Wetlands* 23(2):449-458.

Wakida-Kusonoki, A.T., R. Ruiz-Carus y E. Amador-del-Angel. 2007. Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1955) (Loricariidae), another exotic species established in southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist* 52:141-144.

Whitfield, A.K. 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9(2):151-186.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Captura de carbono, alternativa de uso y conservación de la biodiversidad del ANP Cascadas de Reforma, Balancán

Luisa del Carmen Cámara Cabrales y Antonio García Domínguez

Introducción

Desde los inicios de la era industrial ha aumentado el contenido de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera, siendo uno de los gases precursores de efecto invernadero y el principal factor del calentamiento climático global. Entre los objetivos del Protocolo de Kyoto están que la industria y los automóviles disminuyan sus emisiones de CO_2, por lo que es necesario aumentar las áreas con vegetación, dado que éstas incorporan el carbono del CO_2 atmosférico al ciclo biológico mediante la fotosíntesis, y disminuyen su concentración en la atmósfera, lo que mitiga el efecto invernadero y el cambio climático (Bolin *et al.* 1986, Warrick *et al.* 1986, Bernal 2003). La captura de carbono por especies arbóreas de selvas y bosques ha adquirido importancia a escala mundial, ya que ayuda a disminuir los gases de efecto invernadero, entre ellos el CO_2, debido a que los árboles almacenan más de 70% de carbono en su biomasa; por lo tanto, se consideran uno de los mecanismos viables para reducir el calentamiento global.

En México, los bosques representan un almacén de carbono aproximado de 8 GtC (una GtC es igual a mil millones de toneladas de carbono) según Masera *et al.* (1997). Asimismo, Trexter y Haugen (1995) mencionan que existe alrededor de un millón de hectáreas potenciales para las plantaciones forestales comerciales (PFC), que capturarían de 30.7 a 85.5 millones de toneladas de carbono (tC) y 30 millones de hectáreas con regeneración natural que capturarían entre 1 038 y 3 090 millones de tC. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH 1994) menciona que, para Tabasco, las selvas capturarían 158 731 tC/año, y las PFC 44 391 tC/año, por lo que la captura de carbono debe cobrar relevancia en el trópico húmedo.

En vegetación riparia y pastizal, la obtención de carbono se calcula en 1.67 tC/ha y 4.19 tC/ha respectivamente (López *et al.* 2007, Guzmán 2008); no obstante, la capacidad de almacenamiento de carbono por especies arbóreas se pierde por deforestación y la degradación de los ecosistemas. En Tabasco ha desaparecido más de 90% de la vegetación natural (Sánchez-Munguía 2005).

Las experiencias de captura de carbono con pequeños productores son escasas. En Chiapas, México, el proyecto Scolel-te' (cultivando árboles en lengua maya tzeltal) es un modelo de mantenimiento de captura en sistemas forestales y agroforestales. Se trata de un proyecto apoyado por la Federación Internacional de Automóviles (FIA) desde el año 1997, para el pago de bonos por el servicio ambiental como parte de un mercado solidario (Soto-Pinto *et al.* 2007).

El objetivo del presente estudio fue estimar cuantitativamente la capacidad de captura de carbono atmosférico por especies arbóreas presentes en vegetación en sucesión y en una PFC de melina (*Gmelina arborea*), por medio de la ecuación alométrica propuesta por Brown (1997) para biomasa aérea. Además, con este trabajo se pretende obtener bases de la importancia de la conservación de la vegetación natural y su biodiversidad, así como vincular esta área a un pago por servicios ambientales (PSA) como alternativa de uso y conservación del área natural protegida (ANP) Cascadas de Reforma en Balancán y en fragmentos de selva y vegetación en sucesión en su área de influencia.

Cámara Cabrales L.C. y A. García-Domínguez. 2019. Captura de carbono, alternativa de uso y conservación de la biodiversidad del ANP Cascadas de Reforma, Balancán. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 212-215.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Área de estudio y métodos

Las Cascadas de Reforma se localizan en Balancán, Tabasco, en las coordenadas 91° 25' y 91° 16' O y los 17° 47' y 17° 43' N. Tienen categoría de reserva ecológica de jurisdicción estatal, según el decreto No. 17343 del Periódico Oficial del Estado de Tabasco (Congreso del Estado 2002), y presentan una superficie de 5 748.35 ha. Según Köppen, modificado por García (1981), el clima del área es Am(w)"(i)g, considerado como cálido húmedo con lluvias en verano, con influencia de nortes e invierno y con una ligera sequía entre agosto y septiembre conocida como *canícula* y con poca variación térmica durante el año de entre 5 y 7°C. El suelo es Luvisol y se alterna con algunos Acrisoles (Palma-López *et al*. 2007).

Para definir los sitios de muestreo para los dos tipos de uso de suelo dentro del ANP Cascadas de Reforma, se revisaron mapas de vegetación (escala 1:250 000), así como de topografía y suelo (escala 1:1 000 000). Para determinar la biomasa aérea se muestrearon especies con diámetro a la altura de pecho (DAP) ≥ 4 a 148 cm (rangos propuestos por Brown 1997). Estos datos se utilizaron en la ecuación alométrica de Brown (1997) para calcular el contenido de biomasa aérea (Ba) y la fracción contenida de carbono (C): $Ba = \exp(-2.289 + 2.649 \times \ln DAP - 0.021 \times \ln DAP^2)$, donde -2.289, 2.649 y -0.021 son constantes; C = Ba x 0.5 Kg/C, donde 0.5 es un factor que considera que aproximadamente 50% de peso seco corresponde a carbono, de acuerdo con Brown (1997) y Alejandro (2007).

Se visitó el ANP Cascadas de Reforma para el muestreo en cinco sitios: acahual (vegetación secundaria, según Miranda y Hernández-X. 1963), se clasificó como acahual de 10 años, de 20 y más de 25; vegetación de selva de vega de río y plantación de melina (*G. arborea*) de tres años. Cabe mencionar que el gobierno del estado y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) han promovido las PFC de especies exóticas de rápido crecimiento en los últimos años, por lo que plantaciones de melina son comunes en Tabasco; no obstante, el uso de la tierra que predomina es agropecuario. En el área se establecieron 15 unidades de muestreo (UM) de 100 m² (10 m x 10 m) y tres transectos. En la vega de río (sitio con una hilera arbórea estrecha en el margen) se usaron transectos de 50 m x 2 m debido a lo angosto de la vegetación al margen del río. A los individuos se les midió el DAP y la altura total. Se hizo la recolecta botánica y los ejemplares fueron trasladados al herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para su identificación. Las edades de los tipos de vegetación estudiados se determinaron durante los recorridos, y se consideró la información proporcionada por los dueños de los predios.

Resultados y discusión

Los acahuales y relictos de selva mediana presentaron heterogeneidad de especies al observarse que la deforestación atenta contra su permanencia y afecta la cobertura vegetal original por secundarización de las selvas. Las especies encontradas en los fragmentos de vegetación son especies que no cuentan con mercado nacional; no obstante, cuentan con valor local, ecológico y cultural. Las especies comunes en el acahual de 10 años fueron *Guazuma ulmifolia*, *Hampea nutricia*, *Lonchocarpus* sp. *Dalbergia brownei* y *Haematoxylum campechianum*. En el acahual de 20 años *Eugenia capuli*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Bunchosia swartziana*, *Randia* sp., *Hampea nutricia* y *Bucida buceras*. En el acahual de más de 25 años *Haematoxylum campechianum*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Randia aculeata*, *Hampea nutricia* y *Lonchocarpus hondurensis*. En la vegetación de vega de río, *Bactris bacuilifera*, *Haematoxylum campechianum* y *Bucida buceras*. Los cálculos de carbono almacenado se presentan en el cuadro 1.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Valores de carbono estimado y número de especies por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Núm. de especies	Valor de C estimado (tC/ha)
Acahual (10 años)	13	9.44
Acahual (20 años)	7	10.63
Acahual (> 25 años)	10	117.28
Vegetación de vega	3	13.18
Plantaciones forestales comerciales de melina (3 años)	1	31.74

Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Valores reportados por Guzmán (2008) y López *et al.* (2007), para condiciones similares, se encuentran por debajo a los calculados en este estudio; se infiere que los individuos son distintos en ambos lugares y que la variación depende de las especies, del grado de desarrollo relacionado con la edad y la intervención humana sobre los tipos de vegetación. Los resultados indican que el contenido de carbono está ligado a la especie que domina en número, a su crecimiento y diámetro a la altura el pecho. El acahual de 25 años acumula la mayor cantidad de carbono (contrastada con los demás tipos de vegetación y usos de suelo), seguido de la plantación de melina, que por ser una especie de rápido crecimiento, sembrada y con manejo, acumula carbono rápidamente y produce madera aserrada en periodos cortos de 10 años. Este tipo de PFC puede reducir la presión de deforestación de los ecosistemas naturales; no obstante, es importante mencionar que algunos trabajos en acahuales de la región (Cámara-Cabrales *et al.* 2011, García-Domínguez 2013) presentan más diversidad y carbono almacenado. Asociado a lo anterior, los predios de la superficie del ANP son ganaderos con tenencia privada y ejidal, y los usos a la vegetación secundaria son intensos y con fuegos periódicos.

Conclusión y recomendaciones

El acahual de más de 25 años tiene importancia por el contenido de carbono que captura, así como por su diversidad de especies y grado de avance en la sucesión ecológica que, con manejo y conservación, puede llegar a desarrollarse como una selva mediana característica de la región. La captura de carbono promedio presentado por las especies arbóreas de los tipos de vegetación estudiados son factibles de ser consideradas para un programa de PSA como alternativa de conservación y desarrollo del ANP Cascadas de Reforma y de fragmentos de selva y vegetación secundaria avanzada de Tabasco. Esto es posible dentro de los programas federales de pagos por servicios ambientales, como proyectos especiales para rescatar y conservar selvas y es posible un trabajo conjunto del gobierno del estado con la federación. Estas reservas naturales son importantes sumideros de carbono, debido a su capacidad de almacenarlo en tiempos largos y como reservorios de biodiversidad.

Las recomendaciones son crear el programa de manejo del ANP que incluya acciones definidas para la conservación y desarrollo forestal sustentable, con participación local; dar estímulos a la reforestación y PFC que disminuyan la presión a la vegetación natural al reducir las tasas de deforestación e iniciarlas en el contexto de PSA dentro de una Reducción de Emisiones y de Deforestación (REDD+). Asimismo, se debe procurar que los productos maderables generados de estos sitios sean destinados a artículos duraderos (muebles, construcción y artesanías) para retener el carbono durante periodos más largos; e identificar especies nativas de rápido crecimiento idóneas para plantaciones y sumideros de bióxido de carbono atmosférico.

Referencias

Alejandro, M.C. 2007. *Estimación de captura de carbono almacenado en la porción aérea de la vegetación establecida posterior a un incendio en un sitio de la reserva de la biosfera Pantanos de Centla con apoyo de imágenes satelitales*. Tesis de licenciatura en ingeniería ambiental. UJAT, Tabasco.

Bernal, P. 2003. Capturar el carbono. *A World of Science* 1(2):22-34.

Bolin, B., B.R. Döös, J. Jager y R.A. Warrick. 1986. *The greenhouse effect, climate change and ecosystems*. John Wiley and Sons, Nueva York.

Brown, S. 1997. *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer*. Forestry Paper 134. FAO, Roma.

Cámara-Cabrales, L.C., H. Hernández-Trejo, A. Galindo-Alcántara *et al.* 2011. *Reporte técnico: estudio regional forestal de la UMAFOR de los Ríos*. UJAT/ARS RIOS/CONAFOR, México.

Congreso del Estado. 2002. Decreto No. 17343. Publicado el 6 de noviembre de 2002 en el Periódico Oficial del Estado de Tabasco. Texto vigente.

García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

García-Domínguez, A. 2013. *Línea base de carbono en fragmentos de vegetación arbórea en las regiones Ríos y Chontalpa,*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Tabasco, México. Tesis de maestría en ciencias ambientales. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Guzmán, J.M. 2008. *Captura de carbono por especies arbóreas en un pastizal adyacente al río Carrizal en la ranchería Emiliano Zapata, Centro, Tabasco*. Tesina de licenciatura en ingeniería ambiental. UJAT, Tabasco.

López, E., J.M. Guzmán y J.L. Martínez. 2007. Captura de carbono en un pastizal adyacente al río Carrizal en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. *Kuxulkab'* 13(25):41-48.

Masera, O., M.J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35:265-295.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Palma-López, D.J., J. Cisneros-Domínguez, E. Moreno y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. Colegio de Postgraduados/ISPROTAB/Fundación Produce Tabasco A.C., Tabasco.

Sánchez-Munguía, A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y desforestación en Tabasco 1950-2000*. UJAT, México.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1994. Inventario Nacional Forestal de Gran Visión. SARH, México.

Soto-Pinto, L., B. De Jong, E. Esquivel-Bazán y G.F. Jiménez. 2007. Scolel-te': captura de carbono para el desarrollo local. ECOSUR, Chiapas.

Trexter, M.C. y C. Haugen. 1995. *Keeping it green: tropical forestry opportunities for mitigating climate change*. World Resources Institute, Washington.

Warrick, R.A., M.R. Gifford y L.M. Parry. 1986. CO_2, Climatic change and agriculture. En: *The greenhouse effect, climate change and ecosystems*. B. Bolin, B.R. Döös, J. Jäger y R.A. Warrick (eds.). John Wiley and Sons, Nueva York, pp. 207-270.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Turismo alternativo y etnoecoturismo: alternativas para el Parque Estatal de la Sierra, Tacotalpa

Leticia Rodríguez Ocaña

Introducción

La expansión mundial del turismo constituye uno de los principales fenómenos económicos y sociales del siglo XX. Según la Organización Mundial del Turismo (OMT), esta actividad representa al sector económico con más rápida expansión a escala mundial, así como el rubro principal en los intercambios comerciales. En más de 50 países, entre los más pobres del mundo, el turismo representa la primera, segunda o tercera actividad de la economía y el rubro con las mayores perspectivas de desarrollo. En México, el aporte turístico representa 25% de los ingresos de las divisas no petroleras (INEGI 2011). De acuerdo con las actividades que se lleven a cabo, el turismo tiene sus connotaciones: turismo convencional, turismo alternativo, turismo étnico y, recientemente, el etnoecoturismo.

De acuerdo con la OMT (1999), el turismo se conceptualiza como las actividades que llevan a cabo las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, por negocio y otros motivos.

El turismo alternativo se define como los viajes que tienen el objetivo de llevar a cabo actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales.

Este concepto hace una subdivisión: ecoturismo, turismo de aventura y turismo rural (SECTUR 2007). El ecoturismo se lleva a cabo en áreas naturales y cuya responsabilidad es hacer una planificación turística ambientalmente integral, en la que el turista busca relajarse y gozar de los servicios que presta la naturaleza (SECTUR 2004, 2007). Brightsmith *et al.* (2008) explica que el ecoturismo es el que genera ingresos de la naturaleza, pero también conserva, protege y educa acerca de las áreas naturales, y son compensadas las comunidades locales. En el turismo de aventura el viajero participa, de manera activa, en el conocimiento del territorio visitado y se suelen llevar a cabo actividades deportivas y a veces arriesgadas (Mediano-Serrano 2004). Finalmente, el turismo rural implica la oportunidad de convivir con comunidades rurales para conocer y aprender otras formas de vida, en sus aspectos cotidianos, productivos y culturales, y sensibiliza sobre el respeto y valor de la identidad cultural de las comunidades y pueblos (SECTUR 2004).

El turismo étnico (también conocido como etnoturismo) es motivado por la búsqueda de turistas de experiencias culturales exóticas (Yang 2009), e incluye los viajes que se relacionan con los grupos étnicos[1] y su hábitat, con el fin de aprender de su cultura y tradiciones (SECTUR 2007). Santana (2002) definió, por primera vez, el turismo étnico como la comercialización de lo pintoresco de las costumbres de los pueblos indígenas y, a menudo, pueblos exóticos. Desde entonces, el concepto y sus consecuencias han sido ampliamente discutidos, por lo que se generaron términos como *turismo aborigen* (Mercer *et al.* 1995, Getz y Jamieson 1997) y *turismo indígena* (Butler y Hinch 1996, Ryan y Aicken 2005), y se usaron como sinónimos; sin embargo, estos explícitamente involucran a las personas indígenas, mientras que el turismo étnico incluye costumbres y actividades turísticas en pueblos que no son necesariamente indígenas (Yang 2006).

[1] Un grupo étnico es un grupo socioculturalmente distinto de personas que comparten una historia común, cultura, idioma, religión y forma de vida (Yang 2006).

Rodríguez Ocaña, L. 2019. Turismo alternativo y etnoecoturismo: alternativas para el Parque Estatal de la Sierra, Tacotalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 216-221.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Dentro de la cosmovisión indígena, existe una gran homogeneidad en los principios básicos que rigen sus expresiones culturales, tales como fuertes valores éticos y espirituales en relación con el entorno natural y la comunidad (Tovar y Chabajal 2000, Grim 2001).

Recientemente fue introducida la propuesta de etnoecoturismo por la viceministra de turismo de Bolivia, Karen de Wachtel (Alcázar 2005), país en el que ya está regulado y reglamentado. Este tipo de turismo se basa en los principios de planeación y de gestión participativa; es una alternativa viable para el aprovechamiento mediante la organización social que, además de generar ingresos adicionales a las familias, permite administrar y conservar los recursos naturales y mejorar las condiciones del entorno y de la calidad de vida de los participantes.

Esta alternativa de generación de recursos económicos para la población está inmersa en el proceso de desarrollo local, en el que existe un proceso participativo que favorece y estimula la asociación entre los principales actores públicos y privados de un territorio definido, lo que permite diseñar e implementar, de forma conjunta, una estrategia al utilizar los recursos locales en un contexto global, con el objetivo de generar ofertas de trabajo y estimular la actividad económica (Alburquerque 2000, Gallicchio 2003, 2004).

Generalmente, los habitantes de las zonas rurales tienen una situación económica precaria, con carencias, desigualdades e ingresos mínimos que los mantienen en una situación de desventaja (Narayan 2002), lo que los obliga a abandonar sus tierras para emigrar a las zonas urbanas. Es común que se piense que zona rural es igual a pobreza; sin embargo, muchas de ellas tienen una gran variedad de recursos naturales y belleza escénica que constituyen un amplio potencial de riqueza y desarrollo turístico.

En este caso, la propuesta se inserta dentro de una zona protegida, que prioriza la conservación y protección de los recursos naturales y que tienen herramientas como los planes de manejo. Lamentablemente, en muchas ocasiones, los planes de manejo no consideran las actividades económicas de las comunidades que viven cerca o dentro de las áreas protegidas. Es necesario utilizar políticas gubernamentales estatales incluyentes que apoyen la economía familiar y que, a su vez, no dañen los ecosistemas.

Esto obliga a redefinir los enfoques tradicionales de los programas turísticos que deben considerar los planes de manejo y la participación comunitaria; por ello es importante tener en cuenta los aspectos éticos, incorporar a los legítimos propietarios y recordar que el problema de la conservación de los recursos naturales no puede desvincularse del derecho al progreso de los pobladores locales. Finalmente es indispensable que las autoridades establezcan mecanismos de cooperación que alienten prácticas económicas sostenibles y ambientalmente responsables, lo que privilegie la participación comunal y el logro de beneficios para las economías locales en una perspectiva de largo plazo, con propuestas socialmente viables para el desarrollo del etnoecoturismo.

El caso del Parque Estatal de la Sierra

Tabasco es una región con amplias expectativas para el turismo convencional, pero por sus tradiciones y rasgos culturales se puede incentivar el etnoecoturismo, cuyos potenciales han sido escasamente aprovechados. Dentro de sus riquezas naturales se encuentra el Parque Estatal de la Sierra, que comprende una superficie de 4 061 km^2, con porciones en los municipios Teapa y Tacotalpa en la zona centro-sur de la entidad. La topografía de la zona es heterogénea, e incluye planicies con llanos y bajos, zonas de lomeríos y sitios con fuertes pendientes. El clima es semicálido húmedo, con una temperatura media anual que oscila

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

entre los 18 y 22°C, y una precipitación total anual de 4 000 mm. La hidrografía está compuesta por dos grandes ríos, el Puxcatán y el Teapa. Los tipos de vegetación que se observan son selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia, selva baja inundable y bosques de galería (López 1994). Los grupos indígenas que tienen presencia son zoques y choles; estos últimos considerados el segundo grupo más representativo del estado, cuya convivencia y actividades productivas se vinculan a la vegetación de selva (Terreros 1991).

Existen tres grupos con actividades turísticas que operan en la zona: grupo Zoque (municipio Tapijulapa), Jóvenes Unidos por la Aventura (municipio Tapijulapa) y Participación Comunitaria (integrado por habitantes de Arroyo Chispa). Algunos pobladores llevan a cabo actividades de turismo alternativo de forma independiente, como la renta de bicicletas, alquiler de equipo para rapel y recorridos a grutas. Los lugares más visitados son Tapijulapa (denominado Pueblo Mágico por la SECTUR en 2010), Villa Luz y Oxolotán, pero la zona tiene un sinnúmero de lugares adecuados para estas actividades (figuras 1 y 2).

La estructura de la organización comunitaria en la zona de estudio es endeble: existe desorganización, desconocimiento, falta de interés, poca visión empresarial y desconfianza, y la toma de decisiones es de acuerdo con la racionalidad individual. Se detectaron grupos de poder conformados por redes de cooperación por parentesco, lo que se refleja en falta de iniciativas integrales. Aunque existe la idea para llevar a cabo proyectos, ésta sale del gobierno, por lo que es difícil esperar resultados satisfactorios.

Parte de los objetivos de este trabajo, fue saber si la población que vive en las inmediaciones del Parque Estatal de la Sierra conoce el área protegida, como las comunidades de Oxolotán, Tapijulapa, Noypac y Villa Luz. Para ellos se llevaron a cabo visitas de reconocimiento y observación participante, y un censo socioeconómico que trazó el perfil sociodemográfico que incluía preguntas acerca del conocimiento del área protegida, historia de la zona, expresiones culinarias y folclóricas, creación de artesanías, infraestructura turística, participación y gestión en actividades turísticas. Algunos resultados obtenidos muestran que 25% saben que existe un área protegida en su municipio, 65% mencionó desconocerlo. Además, 15% de los encuestados dijo conocer el Parque Estatal de la Sierra, 18% indicó que sabe de su existencia por medio de las autoridades y 6% por información de sus vecinos. El total de los encuestados expresó que no saben quién administra o está encargado del área protegida, y dijeron que si bien no han participado en algún proyecto, sí estarían interesados en hacerlo si se los proponen; sólo 3% mencionó como intereses las actividades artesanales o de vigilancia del parque.

Figura 1. Vista de Tapijulapa, Tacotalpa. Foto: Leticia Rodríguez Ocaña.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión y recomendaciones

Todo proyecto de etnoecoturismo debe contar con una estrategia general en la que se involucren los sectores terciario, secundario y primario para asegurar su participación y la de las comunidades en las diversas etapas de cada proyecto. Es necesario involucrar a los líderes locales para lograr una mejor organización con la comunidad; alentar la participación de la comunidad en la protección de los recursos naturales y hacerlos gestores; conocer el contexto socioeconómico y político en el área donde se llevarán a cabo los proyectos; apoyar otro tipo de actividades necesarias de desarrollar a la par de las acciones de etnoecoturismo, como la producción de cultivos, creación de viveros y producción comercial de plantas medicinales, plantaciones forestales, criaderos de especies nativas, manejo de las fuentes de azufre para cosméticos y medicina alternativa, así como de proyectos de alojamiento ecológico, entre otros (Ceballos 1991, Acuña y Villalobos 2002, Medina y Santamarina 2004, Chen 2006). Otras estrategias sugeridas podrían ser las siguientes:

a) Dar oportunidades de empleo durante las diversas fases de los proyectos etnoecoturísticos a la gente de la zona.
b) Identificar a las personas que tengan interés de ser capacitadas para trabajos más específicos y de más responsabilidad.
c) Considerar, entre las políticas administrativas del proyecto, la estabilidad laboral, salarios dignos, incentivos y relaciones con otros sectores productivos.
d) Promover el desarrollo de microempresas para subcontratar servicios de transporte, artesanías y visitas guiadas.

Entre las actividades de turismo alternativo pueden considerarse la observación de ecosistemas (fauna y flora), safari fotográfico, senderismo interpretativo, caminata, espeleología, escalada en roca, rapel, ciclismo de montaña, cabalgata, descenso en río, turismo rural, talleres de educación ambiental, gastronómicos y artesanales, vivencias relacionadas con la cosmovisión de los diferentes grupos étnicos, aprendizaje lingüístico local, preparación de medicina tradicional, fotografía rural y la visita a huertos familiares (Chávez 1997, García 2001, Medina y Santamarina 2004). Se ha identificado que la zona tiene un gran potencial turístico por su riqueza biológica, belleza escénica, rasgos históricos y la presencia de dos grupos étnicos (cuadros 1 y 2). Otras actividades que se deben desarrollar para reforzar las acciones encaminadas a mantener las actividades de etnoecoturismo son los criaderos de mariposas (Papilionidae, Nymphalidae), tepezcuintles (*Cuniculus paca*) e iguanas (*Iguana iguana*); además de que resulta apremiante establecer un programa de reforestación constante en la zona, por la deforestación y degradación causadas

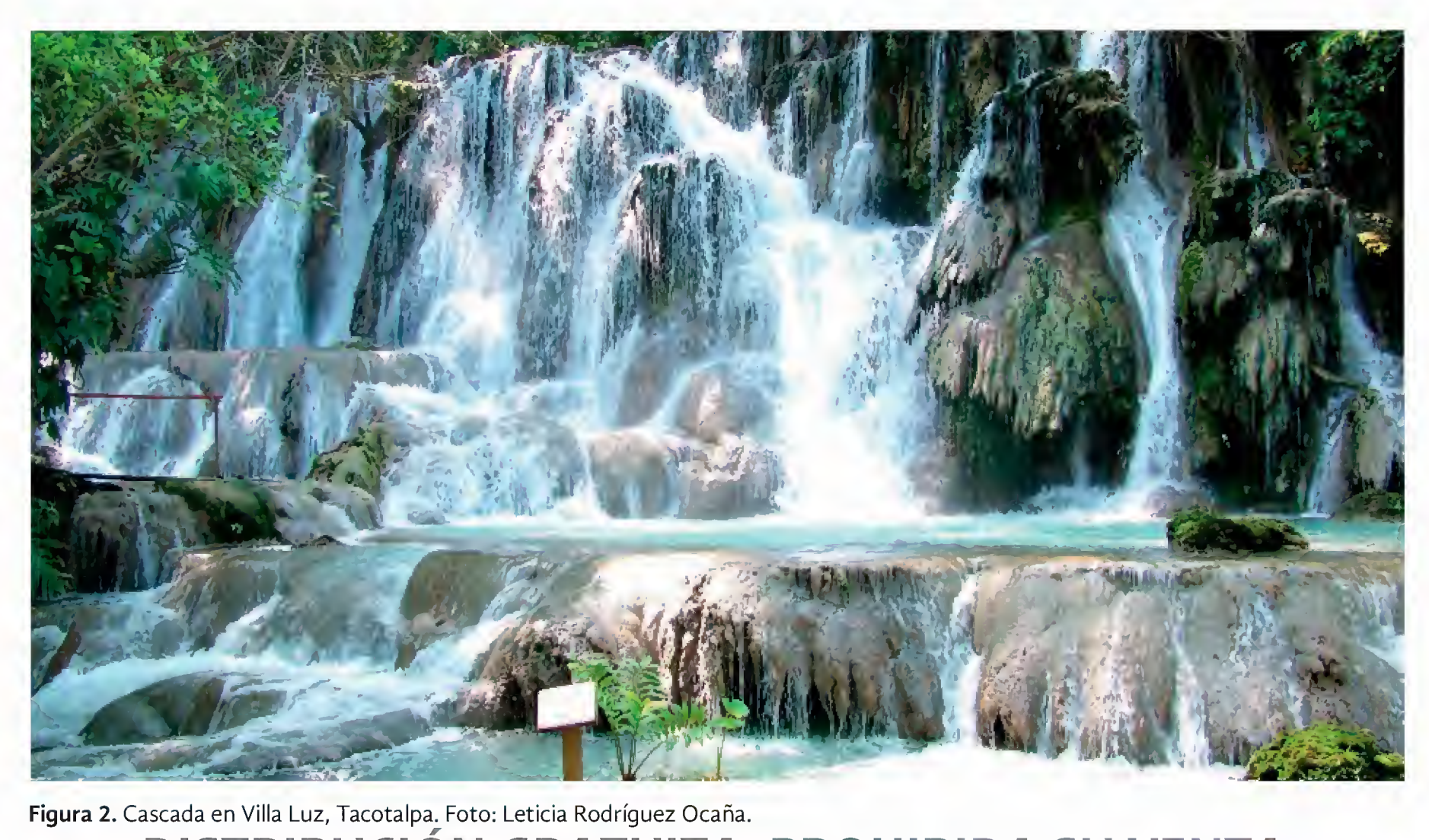


Figura 2. Cascada en Villa Luz, Tacotalpa. Foto: Leticia Rodríguez Ocaña.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Actividades turísticas potenciales para el Parque Estatal de la Sierra.

Actividades turísticas	Zonas turísticas											
	Tapijulapa	Arroyo Chispa	Oxolotán	Cuitláhuac	Tomás Garrido	Buenos Aires	Puxcatán	Poana	Ejido San Manuel	Ejido Lázaro Cárdenas	Graciano Sánchez	Cerro Blanco 5a Sección
Ecoturismo												
Talleres de educación ambiental	•			•								
Observación de ecosistemas	•	•	•	•		•				•	•	•
Observación de fauna	•	•		•	•	•		•				
Observación de flora	•	•		•	•	•		•				
Safari fotográfico	•	•		•	•	•		•				
Senderismo interpretativo	•				•	•						
Turismo de aventura												
Caminata	•			•	•	•	•	•			•	•
Escalada en roca					•	•		•		•		
Espeleología		•		•	•	•		•				
Rapel		•			•	•						
Ciclismo de montaña		•			•	•						
Cabalgata					•	•						
Descenso de río y visita a balnearios	•	•		•	•						•	•
Etnoecoturismo												
Talleres gastronómicos			•			•				•		
Vivencias místicas y míticas			•	•	•	•		•		•	•	•
Aprendizaje lingüístico local	•		•	•	•	•						
Preparación de medicina tradicional				•	•	•						
Talleres artesanales	•		•		•	•						
Fotografía rural				•	•	•		•				
Visitas a huertos familiares	•		•	•	•	•						
Recorridos en zona arqueológica							•	•		•	•	

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Sitios turísticos en el corredor Tapijulapa-Buenos Aíres, Tacotalpa.

Comunidades	Sitios como producto turismo
Villa Tapijulapa	Ríos Amatán y Oxolotán La cueva de la sardina ciega El templo de Santiago Apóstol Arroyo Plomo Grutas de Cuesta Chica y Arroyo Chispa Manantial de Canabac Aguas sulfurosas Manantial de Tacubaya
Dos Cerros	Grutas, leyendas y escenarios naturales
Oxolotán	Ex-convento dominico de San José, hoy Museo de la Sierra
Cuitláhuac	Cerros de La Campana y de La Corona El túnel El Chinín
Colonia Tomás Garrido	Rápidos del río Oxolotán Artesanías de mimbre
Comunidad de Poaná	La gruta del polvorín
Puxcatán	Cueva de San Felipe
Entre las comunidades de Barreal Cuauhtémoc y Yajalón Río Seco	Grutas de la esperanza
Ejido Lázaro Cárdenas	Finca Ponposá

Fuente: elaboración propia.

por ganadería. Finalmente, es necesario dejar claro que el turismo alternativo y el etnoecoturismo son alternativas que requieren inversión pública y privada, que precisan de un capital social sólido, capacitado y comprometido para lograr resultados favorables.

Referencias

Acuña, M. y D. Villalobos. 2001. Ecoturismo en Costa Rica: competitividad y sostenibilidad. *Ambientico* 98:36-52.

Alburquerque, F. 2000. Cambio estructural, desarrollo económico y reforma de la gestión pública. En: *Manual del agente de desarrollo local.* F. Alburquerque (ed.). Ediciones Sur, Chile, pp. 4-25.

Alcázar, J.L. 2005. Cuando la selva es la anfitriona. Tierramérica. En: ‹*http://www.ipsnoticias.net/2005/09/turismo-bolivia-cuando-la-selva-es-la-anfitriona/*›, última consulta: 11 de marzo de 2014.

Brighsmith, D.J., A. Stronza y K. Holle. 2008. Ecotourism, conservation biology, and volunteer tourism: a mutually benefical triumvirate. *Biological Conservation* 141(11):2832-2842.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Butler, R., y T. Hinch. 1996. *Tourism and indigenous peoples*. International Thomson Business Press, Londres.

Ceballos, L.H. 1991. El potencial del ecoturismo. *Revista Intercontinental de Turismo* 2(1):107-110.

Chávez, P.J. 1997. Ecoturismo como estrategia para el desarrollo regional sustentable en Palenque, Chiapas. En: ‹*http://www.planeta.com/ecotravel/Mexico/ecoturismo/jcp1197b.html*›, última consulta: 31 de octubre de 2013.

Chen, M.S. 2006. Turismo y ambiente: un potencial para el desarrollo económico para Costa Rica. *Reflexiones* 84(2):25-37.

Gallicchio, E. 2003. El desarrollo económico local. Estrategia económica y de construcción de capital social. En: ‹*http://www.flacsoandes.org/web/imagesFTP/1251420749.Gallicchio__Desarrollo_economico_local__2003.pdf*›, última consulta: 28 de mayo de 2014.

——. 2004. El desarrollo local en América Latina. Estrategia política basada en la construcción de capital social. En: <*http://cite.flacsoandes.edu.ec/media/2016/02/Gallicchio-E_2004_El-desarrollo-local-en-America-Latina.-Estrategia-politica-basada-en-la-construccion-de-capital-social.pdf*>, última consulta: enero de 2017.

García, R. 2001. Conservación, ecoturismo y reorientación de éste. *Ambientico* 98:14-15.

Getz, D. y W. Jamieson. 1997. Rural tourism in Canada: issues, opportunities and entrepreneurship in aboriginal tourism in Alberta. En: *The business of rural tourism: international perspectives*. S. Page y D. Getz (eds.). International Thomson Business Press, Londres, pp. 93-107.

Grim, J.A. 2001. *Indigenous traditions and ecology*. Harvard University Press, Cambridge.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Sistema de Cuentas Nacionales de México: cuenta satélite del turismo de México 2007-2011 (año base 2003). INEGI, México.

López, E.S. 1994. *La vegetación y la flora de la sierra de Tabasco (municipios de Tacotalpa y Teapa) México*. UJAT, Tabasco.

OMT. Organización Mundial de Turismo. 1999. Agenda para planificadores locales: turismo sostenible y gestión municipal. OMT, Madrid.

Medina, N. y J. Santamarina. 2004. *Turismo de naturaleza en Cuba*. Ediciones Unión, Cuba.

Mercer, E., R. Kramer y N. Sharma. 1995. Rain forest tourism estimating the benefits of tourism development in a new national park in Madagascar. *Journal of Forest Economics* 1(2):239-269.

Mediano-Serrano, L. 2004. *Gestión del marketing en el turismo rural*. Pearson Educación, España.

Narayan, D. 2002. *Empoderamiento y reducción de la pobreza*. Banco Mundial/Alfaomega, Colombia.

Ryan, C. y M. Aicken. 2005. *Indigenous tourism: the commodification and management of culture*. Elsevier Science, Oxford.

Santana, T.A. 2002. Desarrollos y conflictos en torno al turismo rural: claves y dilemas desde la antropología social. En: *III Congresso Internacional sobre Turismo Rural e Desenvolvimento Sustentável, CITURDES: o rural como nova opção de oferta para o turismo*. Universidade de Santa Cruz Do Sul.

SECTUR. Secretaría de Turismo. 2004. Competitividad y desarrollo de productos turísticos. SECTUR, México.

——. 2007. Turismo de la naturaleza una nueva forma de hacer turismo. SECTUR, México.

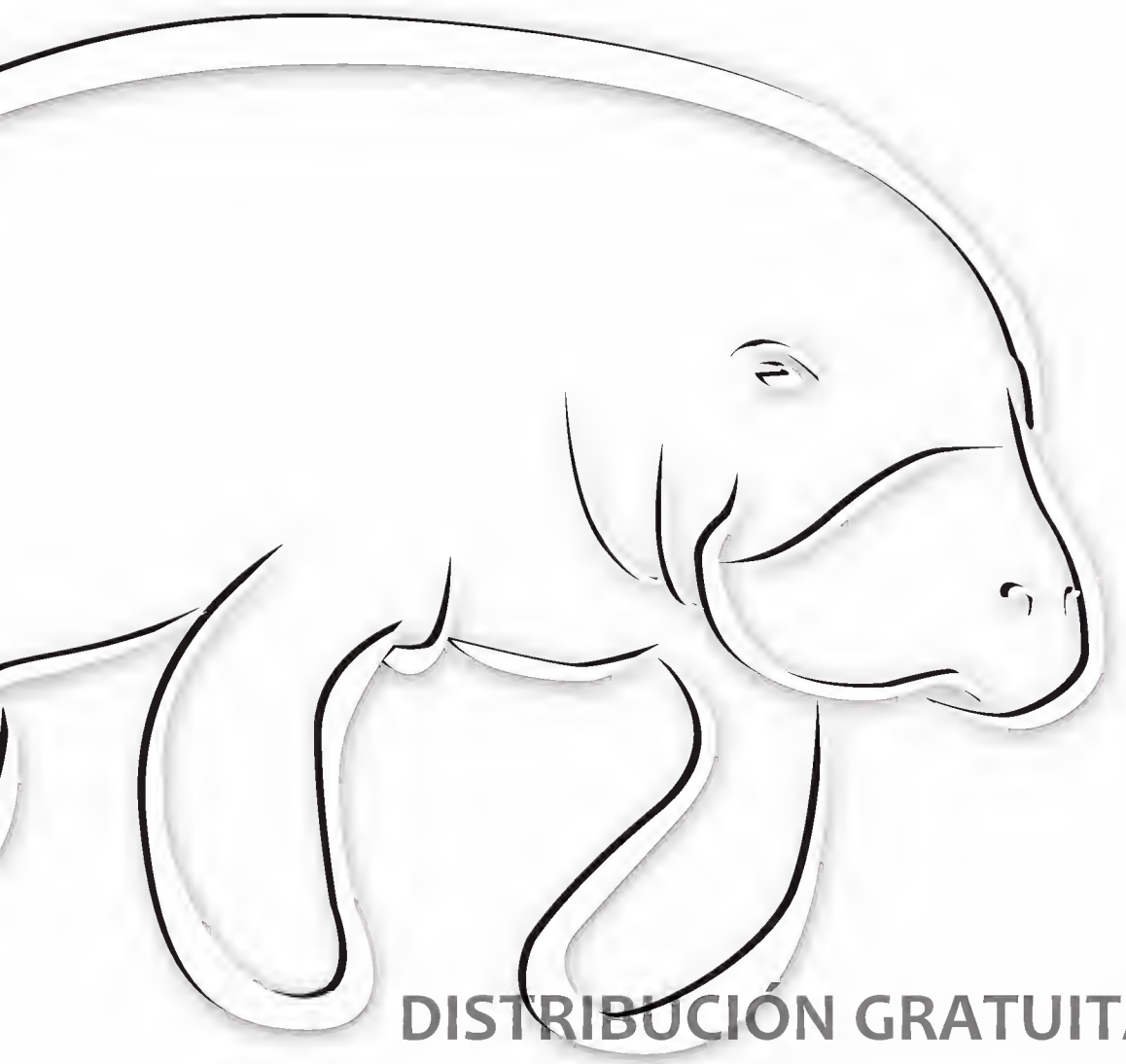
Terreros, E. 1991. Avances y perspectivas en la investigación arqueológica de los zoques de Tabasco. En: *Tierra y agua: la arqueología de Tabasco*. L. Ochoa (ed.). Instituto de Cultura de Tabasco, Tabasco, pp. 65-78.

Tovar, M. y M. Chavajal (coord.). 2000. *Más allá de la costumbre: cosmos, orden y equilibrio*. Coordinación de Organizaciones del Pueblo Maya de Guatemala SAQB'ICHIL-COPMAGUA, Guatemala.

Yang, L. 2006. Ethnic tourism development: chinese government perspectives. *Annals of Tourism Research* 35(3):751-771.

——. 2009. Ethnic tourism: a framework and an application. *Tourism Management* 30(4):559-570.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Alternativas para el desarrollo sustentable

Lilia María Gama Campillo y María Elena Macias Valadez Treviño

Introducción

El bienestar de una región depende de su capacidad de desarrollo y de las estrategias para mantener y generar la prosperidad social y económica de sus habitantes. En este sentido, México ha pasado por diferentes procesos de desarrollo en respuesta a sus necesidades y a los cambios económicos que se presentan en el mundo. En el transcurso de la historia se han implementado diferentes modelos de desarrollo. Tan solo en el siglo pasado, hacia fines de la Segunda Guerra Mundial y debido a sus efectos en la economía, los países tuvieron que empezar procesos que permitieran un crecimiento económico, por lo que en México se implementó un modelo conocido como "sustitución de importaciones" que logró un incremento en los empleos y una mayor producción como respuesta a la demanda de productos y bienes de consumo relacionada con el incremento poblacional, resultando en una explotación sin control de los recursos naturales del país, como una alternativa de generación de riqueza.

En la década de los sesenta, en la que se comenzó a señalar internacionalmente los daños asociados a impactos originados por la contaminación ambiental que resultaba de los procesos de industrialización y explotación de los recursos naturales, México promovió la modernización tecnológica de la industria para aumentar la productividad que favoreciera las capacidades de competencia internacional. Con base en un modelo de desarrollo estabilizador se continuó con la explotación de los recursos naturales a pesar de los análisis internacionales relacionados con los impactos ocasionados por la falta de una planificación ambiental (Bechmann *et al.* 1985). En los años ochenta, debido a una crisis internacional, se propuso un modelo de desarrollo neoliberal que buscó la estabilidad financiera, el combate a la inflación y la promoción del ahorro; a la par de las acciones de este modelo, se presentó el informe Brundtland en 1987, que calificó los impactos negativos de las estrategias de desarrollo en el medio natural, además de que tuvo poca capacidad para satisfacer las necesidades básicas de los países en vías de desarrollo (INE 1997).

Hoy existe una discusión acerca del uso del modelo de neoliberalismo global que fomenta la libre competencia de mercado a escala global, la cual resulta no sustentable, ya que no valora que los bienes y servicios ambientales son una reserva finita que debe ser aprovechada racionalmente y promover como estrategia de desarrollo el modelo de desarrollo sustentable propuesto por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, el cual considera como prioridad la relación entre el ambiente y el desarrollo. En general, el modelo de desarrollo sustentable se define como "aquel que puede lograr satisfacer las necesidades y las aspiraciones del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades y aspiraciones". Esta es una opción que considera aspectos sociales y económicos de conservación y de gestión de los recursos naturales (INE 1997), ya que debe promover la recuperación de formas productivas de aprovechamiento del territorio e incluir el conocimiento local y la diversidad sociocultural, "reintegrando valor y potencialidad a la naturaleza" (Leff 1994).

El grado de modificación y deterioro que han sufrido los ecosistemas naturales del sureste de México (Toledo 1993), y particularmente de Tabasco (Gama *et al.* 2006), es una muestra de la aplicación de estrategias de los modelos de desarrollo citados, que promovieron la explotación irracional de los recursos naturales del estado durante décadas, sin una

Gama, L. y M.E. Macias-Valadez. 2019. Alternativas para el desarrollo sustentable. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 223-227.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

planificación o evaluación de los impactos ambientales asociados (Toledo *et al*. 1989). Cabe destacar que en el siglo pasado, actividades como la industria petrolera y la ganaderización del sureste buscaban la explotación de los recursos del trópico y no su aprovechamiento racional (Tudela 1989).

Alternativas de desarrollo

Para contar con alternativas de desarrollo que contribuyan a la estabilidad social y económica con visión de futuro, el estado requiere de un modelo de desarrollo que incorpore como prioridad la restauración y conservación de los sistemas naturales que aún existen, particularmente en los humedales (Barba *et al*. 2006), los cuales no sólo representan una fuente potencial de recursos, también restituyen el equilibrio de los procesos naturales que se llevan a cabo en los sistemas; en especial, los relacionados con la hidrodinámica superficial, ya que actúan como una alternativa que permite reducir la vulnerabilidad de la población ante eventos de desastres hidrometeorológicos (Gama *et al*. 2010).

Este modelo de desarrollo debe ser integrador, en el que las decisiones que se tomen sean resultado de un consenso entre los representantes de los diferentes sectores productivos, así como con la participación social, y que se encuentre orientado al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con políticas de conservación del patrimonio natural y cultural (Leff *et al*. 2002).

Ordenamiento Ecológico Territorial y Plan de Acción Estatal de Cambio Climático

El estado cuenta con dos herramientas de planeación importantes para inducir un desarrollo sustentable: un ordenamiento ecológico territorial (OET), como instrumento de inducción a la planeación territorial ya decretado (SERNAPAM 2012), y un programa estatal de acción ante el cambio climático (PEACC), como un instrumento para identificar la vulnerabilidad física del territorio e identificar temas importantes vinculados (SERNAPAM 2011). Las capacidades locales se fortalecerán en la medida en que estas herramientas de planeación incluyan estrategias de mitigación y adaptación, que reconozcan la vulnerabilidad del territorio e identifiquen las fortalezas y los conocimientos científicos disponibles que ayuden a definir las acciones sectoriales (agua, agricultura, ganadería y turismo, entre otras) a seguir. La aplicación de estas herramientas de planeación permitirá mejorar la calidad de vida de los tabasqueños, siempre y cuando estén alineadas a principios y acciones gubernamentales y de gestión civil participativa, que consideren al ambiente como un espacio que aporta no sólo bienes, sino también servicios ambientales al mantener la diversidad biológica y cultural. Es fundamental que las estrategias se apoyen en los trabajos de diferentes instancias académicas y gubernamentales de los tres órdenes de gobierno para la definición de acciones de desarrollo a aplicar, que protejan los recursos y preserven los servicios ambientales en beneficio de la población.

Mediante las instancias de los diferentes niveles de jurisdicción, Tabasco debe hacer lo siguiente:

- Generar, para cada uno de sus 17 municipios, instrumentos de planeación a una escala que les permita tomar decisiones acerca del uso del suelo, que es de su competencia legal, valorando tanto las capacidades físicas del territorio como las capacidades de carga para llevar a cabo las actividades productivas.
- Mejorar y fortalecer la protección de sus ecosistemas, y hacer respetar los planes establecidos en las zonas ya protegidas de carácter federal, estatal o municipal para preservar la biodiversidad.
- Incrementar las zonas de protección identificadas como zonas de alta vulnerabilidad, especialmente a lo largo de los cauces de ríos. Contar con una red de monitoreo de la biodiversidad (su dinámica y evolución) a largo plazo, que involucre a las comunidades locales para fomentar los estudios de los hábitats y especies prioritarias con las correspondientes medidas de conservación.
- Recuperar las capacidades de producción agrícola no contaminante para generar bienestar a la población y al ambiente.
- Reforzar la aplicación de medidas agroambientales en las superficies cultivadas mediante incentivos que incluyan agricultura y ganadería ecológica o certificada con etiquetas de calidad ambiental, con prácticas compatibles con el medio ambiente y programas locales de formación continua del agricultor.
- Fomentar sistemas como los agrosilvopastoriles de alta biodiversidad y los aprovechamientos

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

tradicionales, así como su valorización y comercialización en diferentes mercados. De esta forma se puede alcanzar una cultura forestal entre la población rural que favorezca la diversidad biológica y la heterogeneidad paisajística, así como la conectividad territorial (paisajes en mosaico, cercos vivos, sistemas silvopastoriles, entre otros) a través de corredores biológicos, en los que se dé lugar a aprovechamientos tradicionales y conservación de especies y variedades autóctonas, con planes de recuperación de las especies amenazadas mediante unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). Promover la certificación y la restauración de agrosistemas forestales con base en criterios ecológicos y socioculturales, para conservar fragmentos de ecosistemas naturales.

- Implementar, como medida de protección, estrategias contra los incendios forestales y de humedales al reforzar la vigilancia, aplicar las sanciones previstas por la legislación forestal y fortalecer legalmente con medidas sancionatorias también a las zonas de humedales.
- Generar estrategias de desarrollo rural integral, especialmente en zonas desfavorecidas, remotas o de baja densidad de población, basadas en el potencial de su territorio, y promover la diversidad funcional con actividades compatibles a la vocación del suelo y su accesibilidad para facilitar la producción y distribución, como las actividades silvopastoriles, los huertos familiares o el manejo de especies no maderables u ornamentales.
- Establecer plantaciones forestales y vegetales comunitarias que contrarresten los efectos de la deforestación, lo cual favorecerá la reducción en la concentración de gases de efecto invernadero relacionados con el calentamiento global. Esto sería una alternativa para el mercado de servicios ambientales que pueden fortalecer los ingresos de las comunidades que los desarrollen.
- Implementar programas públicos de información y formación ambiental que fomenten la cultura de respeto a la naturaleza, la conservación de la calidad ambiental y la solidaridad intergeneracional para cuidar los ecosistemas, el consumo responsable, la reutilización y el reciclado de materiales. Estas medidas deben aplicarse en la educación formal (escuelas) y no formal (con programas extraescolares de educación ambiental como aulas de naturaleza, campamentos ambientales y visitas a espacios naturales), y deben llevarse a cabo en estrecha vinculación con la Secretaría de Educación de Tabasco como parte de la currícula de los programas de los diferentes niveles educativos.
- Implementar conceptos urbanísticos como *ciudad-jardín* que generen más zonas verdes que protejan la fauna urbana y participen en sistemas de corredores para generar conectividad entre fragmentos de vegetación natural, y ayudar a amortiguar puntos de calor asociados con el calentamiento global.
- Declarar a los humedales como suelos no urbanizables y especialmente protegidos.

Norma mexicana para la determinación del caudal ecológico

En México, la mayor parte del territorio se encuentra amenazada con sufrir un proceso de desertificación y escasez de agua en el futuro. Para el caso particular de Tabasco, este recurso es el más importante del estado y es considerado un elemento estratégico, por lo que es prioritaria su protección efectiva, con políticas que recuperen su calidad y aseguren su uso eficiente y diversificado.

En este sentido, una política de protección que se puede aplicar en la entidad es conocer el caudal ecológico en las cuencas hidrológicas mediante el procedimiento establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012 (SE 2012). En general, la sustentabilidad de la cuenca requiere mantener los caudales ecológicos, que es la suficiencia de agua generada por escurrimientos en las corrientes naturales principales o ríos que favorecen la existencia de las especies que habitan, de manera natural, en los diferentes tramos de los cauces asociados al régimen hídrico de los ríos, humedales o de la zona costera. De acuerdo con esta norma, la definición de *caudal ecológico* es la cantidad, calidad y variación del gasto o agua reservada para preservar servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y la resiliencia[1] de ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y sociales. Esto implica que, además de

[1] Capacidad de un sistema de soportar y recuperarse ante desastres y perturbaciones.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

proveer agua para los usos doméstico, público urbano, pecuario y agrícola, se deben mantener caudales que provienen del escurrimiento y de las descargas de los acuíferos para conservar los ecosistemas lóticos (ríos perennes, intermitentes y efímeros), lénticos (lagos, lagunas y humedales) y riparios, y con ello conservar la biodiversidad y los servicios ambientales (SE 2012).

Para lograr un buen manejo del recurso agua, el estado debe llevar a cabo lo siguiente:

- Establecer normas encaminadas a controlar, disminuir y evitar el incremento de la contaminación difusa de aguas subterráneas, limitando el uso de fertilizantes y pesticidas en cultivos, y promoviendo una agricultura orgánica que permita frenar la degradación y contaminación de los suelos y el manto freático para recuperar su funcionalidad natural.
- Detener y revertir procesos de afectación que resultan de la construcción de infraestructura, como bordos, presas o espigones en los cauces y costas, que han contribuido a modificar los cauces en el caso de los ríos, lo que ha alterado los procesos naturales de los ecosistemas cercanos, y puesto en riesgo su biodiversidad debido a la fragmentación de ecosistemas acuáticos, especialmente en las zonas de humedales que son utilizados por diferentes especies como corredores biológicos.
- Procurar un adecuado manejo de los caudales para mantener la salud de los ríos, ecosistemas y los servicios ambientales que proveen, en especial en zonas en las que el uso del agua está asociado a una importante regulación de los mismos, lo que impacta directamente en el desarrollo económico de la región, y redundará en el bienestar de la población al garantizar la disponibilidad constante de los beneficios asociados a los ecosistemas acuáticos.

Debido a que no se consideran las necesidades de los caudales ecológicos, en especial los que provienen del río de la Sierra y el Grijalva, se han presentado consecuencias desastrosas, como cambios en la intensidad, duración y magnitud de las inundaciones en zonas como la ciudad de Villahermosa y sus alrededores, así como alteraciones de los ensambles de especies[2] que resultan en la pérdida de la diversidad y facilitan la entrada de especies invasoras con las que la fauna local compite en desventaja (Garrido *et al.* 2013). Las especies de peces locales se ven amenazadas por la competencia con especies invasoras, por lo que se deben realizar las siguientes acciones:

- Establecer una vigilancia estricta para evitar la introducción y dispersión de especies exóticas que afecten los ensambles de especies locales.
- Implementar campañas de erradicación de especies exóticas para evitar su establecimiento cuando sea necesario.
- Promover una acuicultura sostenible basada en la planificación territorial, con controles en el empleo de sustancias químicas, planes de gestión piscícola que fomenten la conservación de las especies y los hábitats naturales, e impidan la sobreexplotación al incorporar sistemas de certificación pesquera que garanticen la sostenibilidad del recurso con un consumo responsable.

Conclusión y recomendaciones

En este capítulo se listaron algunas alternativas para lograr un desarrollo sustentable en Tabasco. La sustentabilidad debe fomentarse desde todos los sectores, a todas las escalas, con estrategias para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, impulsando la aplicación de normatividades comunitarias de evaluación ambiental, instrumentos de planeación y reservas comunitarias, con apoyos de pago por servicios ambientales. Para ello se requiere un compromiso no sólo para mantener una congruencia entre el uso de los recursos y su protección, también para generar una cultura ambiental fortalecida con programas de formación profesional y empresarial en actividades económicas relacionadas con el uso sostenible de los recursos naturales, y con ello fomentar el desarrollo de actividades como el ecoturismo, la agricultura ecológica y la generación de energías alternativas: esto incentivará el desarrollo y aplicación de soluciones duraderas a los problemas de sostenibilidad.

Referencias

Barba, M.E., J. Rangel-Mendoza y R. Ramos-Reyes. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia* 22(2)101-110.

[2] Grupos de especies que cumplen funciones específicas en un ecosistema, como los polinizadores.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Bechmann, A., G. Thumser, S. Olivieri y H. Senejovich. 1985. *Sistemas ambientales y planificación del desarrollo*. Ediciones SIAP, México.

Gama, L., L. Giddings, M. Soto-Esparza *et al*. 2006. Cartografía temática en función del desarrollo sustentable y la conservación de la biodiversidad. *Kuxulkab'* 11(22):56-62

Gama, L., E. Moguel, C. Villanueva-García *et al*. 2010. Floods in Tabasco, Mexico: history and perspectives. En: *Floods recovery, innovation and response II*. D. de Wrachien, D. Preoverbs, C.A. Brebbia y S. Mambretti (eds.). Wit Press, Reino Unido, pp. 25-33.

Garrido, A., M.L. Cuevas, H. Cotler *et al*. 2013. Estimación de la afectación potencial al caudal ecológico y la condición ambiental de los ríos de México: un modelo de análisis geográfico. En: *Memorias del III Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Michoacán.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 1997. *Economía Ambiental. Lecciones de América Latina*. INE, México.

Leff, E. 1994. *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. Siglo XXI, México.

Leff, E., E. Escurra, I. Pisanty y P. Romero-Lankao (comp.). 2002. *La transición hacia el desarrollo sustentable: Perspectivas de América Latina y el Caribe*. INE/UAM/PNUMA, México.

SE. Secretaría de Economía. 2012. Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012 que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas. En: ‹*http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-aa-159-scfi-2012.pdf*›, última consulta: enero de 2017.

SERNAPAM. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2011. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

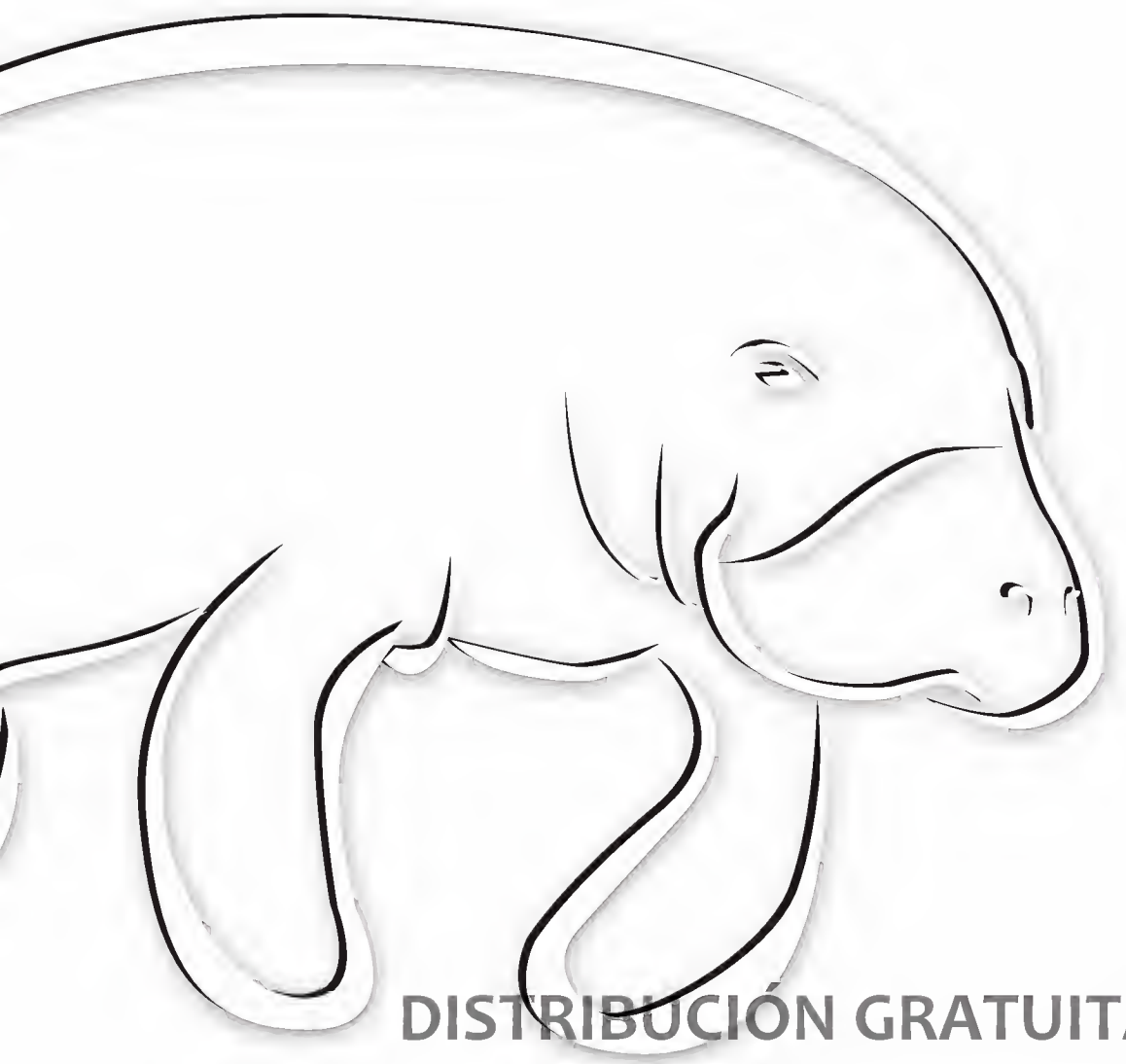
——. 2012. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Informe interno. Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

Toledo, A. 1993. *Cómo destruir el paraíso. El desastre ecológico del sureste*. Océano, México.

Toledo, V., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. *La producción rural en México: alternativas ecológicas*. Fundación Universo Veintiuno, México.

Tudela, F. 1989. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco. Proyecto integrado del golfo*. El Colegio de México, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

El ordenamiento ecológico territorial

Lilia María Gama Campillo, Ricardo Alberto Collado Torres, Hilda María Díaz López, Claudia Villanueva García, Adalberto Galindo Alcántara, Carolina Zequeira Larios y Andrés Eduardo Pedrero Sánchez

Introducción

Las estrategias de desarrollo para usar los recursos naturales, implementadas en el transcurso de la historia de México, y en especial en Tabasco desde el siglo pasado, no han contado con estudios y datos fundamentados que consideren la vocación del suelo o la capacidad de carga de los sistemas, lo que ha propiciado significativos problemas ambientales y, en algunos casos, irreversibles. Estos impactos han causado estrés en los ecosistemas y sobreexplotación en las zonas de aprovechamiento, lo que ha provocado cambios dramáticos en los usos y capacidades del suelo relacionados con el crecimiento de las fronteras agrícola y pecuaria, así como una política de modernización productiva en la entidad, lo que derivó en un proceso de praderización para consolidar la ganadería extensiva como el principal uso del suelo (Tudela 1989).

En Tabasco, la pérdida de la mayoría de sus bosques tropicales se manifiesta en drásticas modificaciones a sus sistemas naturales (Chiappy y Gama 2003) con consecuencias severas en el sistema hidrológico, como la disminución de la infiltración, lo que incrementa los escurrimientos y la erosión fluvial con su consecuente asolvamiento de los cauces de los ríos. La existencia de ríos sanos es una alternativa que ayuda a adaptarse a diferentes amenazas naturales o antrópicas, como los efectos del calentamiento global. La pérdida y deterioro de los recursos naturales no solo es una reducción sensible de la calidad del hábitat que afecta de manera directa el bienestar de los habitantes de la zona, también es una disminución de la disponibilidad de los servicios ambientales que aportaba el ecosistema original. Abordar este tema en la planeación estratégica se considera de vital importancia a escala nacional y mundial. En el estado, es prioridad comprender lo que sucede y formular estrategias de desarrollo con planes de manejo y aprovechamiento sustentable, que contribuyan a mejorar las condiciones de bienestar de la población, para disminuir su vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos y buscar el desarrollo sustentable de la región.

Antecedentes

En diciembre de 2012 fue decretada la actualización del ordenamiento ecológico territorial de Tabasco (Congreso del Estado 2012). En éste se actualizó un diagnóstico del territorio para conocer el estado de conservación o modificación de los paisajes, así como valorar la fragilidad, estabilidad y los niveles de fragmentación de los sistemas existentes. Todo esto como parte del proceso de actualización del ordenamiento que proponía una zonificación ecológica, orientada a lograr un mejor aprovechamiento de los recursos, que además incluya propuestas de restauración de áreas muy modificadas.

Para que los resultados de los estudios llevados a cabo puedan tener una trascendencia real, objetiva y práctica, que sobrepase los aspectos puramente teóricos, deben ser aplicados con criterios de organización y no solo como una directriz de uso del territorio, sino como inductores de políticas públicas de prevención de impactos desfavorables a futuro. En este sentido, con un enfoque dinámico, el ordenamiento ecológico del territorio se convierte en el instrumento de planeación que permite conocer y analizar las condiciones generales de los recursos naturales para definir las políticas territoriales que propicien su aprovechamiento, protección y conservación racional (SEDUE 1988, INEGI y SEMARNAP 1999).

Gama, L., R. Collado, H.M. Díaz-López, C. Villanueva-García, A. Galindo-Alcántara, C. Zequeira-Larios y A.E. Pedrero Sánchez. 2019. El ordenamiento ecológico territorial. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 229-233.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Importancia del modelo de ordenamiento

De acuerdo con el diagnóstico elaborado para la propuesta del modelo de ordenamiento (Congreso del Estado 2012), 65% del territorio del estado correspondió a zonas muy modificadas por el avance de las fronteras agrícola y pecuaria, que han ocasionado una importante deforestación. Otro 15% corresponde a zonas poco o parcialmente alteradas de humedales, como manglares, tulares y popales. Por su parte, la mayor parte de los paisajes menos modificados (20%) se localizaron en zonas de alta fragilidad geoecológica, donde los complejos naturales son susceptibles al impacto de los procesos naturales y de diferentes acciones antropogénicas (Chiappy *et al.* 2001; figura 1), y corresponden principalmente a zonas decretadas como áreas de protección (como la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla), dentro de las cuales existen espacios considerados de muy alta fragilidad por su biodiversidad, como humedales, cuerpos de agua y fragmentos de bosques de galería. De acuerdo con el estudio, las zonas calificadas como de fragilidad baja han presentado una importante transformación de uso de suelo de ecosistemas de vegetación natural a diferentes tipos de pastizales mediante la deforestación. Tal es el caso de ecosistemas de tintal, donde la vegetación de bosques de tinto, que anteriormente era abundante, ha sido mermada a través de la extracción de forma intensiva, no sólo por su valor intrínseco para uso maderable y como colorante, también para ser sustituido por zonas de pastizales para ganadería o cultivos diversos.

El análisis de compatibilidad de uso del territorio en términos del potencial ecológico paisajístico permitió identificar las incompatibilidades en la utilización de superficies entre algunas actividades que interactúan en un mismo espacio. Esto se observa en zonas que deberían destinarse a conservar la biodiversidad y el uso sustentable de los recursos; por ejemplo, en más de la mitad de la Reserva de la Biosfera de Pantanos de Centla, tanto en las zonas núcleo como de amortiguamiento, se realiza algún tipo de uso incompatible con la conservación de la biodiversidad, como la explotación petrolera o la ganadería, lo que conducirá a la pérdida irreversible de los atributos naturales, estéticos o productivos del paisaje. El diagnóstico mostró que sólo una tercera parte del territorio tenía actividades compatibles con su potencial paisajístico que incluían, en esa proporción, las áreas con ecosistemas naturales como humedales y selvas.

Por lo anterior, la actualización del modelo de ordenamiento propuso unidades de gestión ambiental con base en las condiciones geoecológicas del territorio y los datos de sus usos potenciales, para reducir al mínimo la degradación o pérdida de los recursos naturales, y se conservara en un régimen de manejo y aprovechamiento sustentable que considerara la compatibilidad geocológica.

En este modelo se consideraron categorías de manejo encaminadas a modificar, ampliar o delimitar usos y formas de explotación que contribuyan al óptimo aprovechamiento de los recursos. Contiene aspectos como la protección y la capacidad de carga de los ecosistemas para reducir la degradación de los recursos naturales y asignarles una función productiva, social o conservacionista (figura 2).

Conclusión y recomendaciones

Debido a los cambios acelerados que se están presentando en el planeta relacionados con el calentamiento global, durante los últimos años se han registrado lluvias extraordinarias, con inundaciones y escurrimientos que provocan daños y pérdidas de gran magnitud en Tabasco. En este sentido, fue importante considerar en el ordenamiento, estrategias que privilegian adaptaciones que valoran los servicios ambientales obtenidos de los ecosistemas, como es el caso de los bosques riparios que, además de facilitar e incrementar la infiltración de lluvia al aminorar la erosión causada por los flujos de los ríos, sirven de resguardo de la biodiversidad de flora y fauna, así como corredores biológicos, por lo que se debe buscar su recuperación.

Las medidas planteadas para el uso inteligente del territorio de la entidad, y decretadas en el ordenamiento actual, están basadas en la búsqueda de la sustentabilidad como medida de adaptación considerando dentro de ésta las estrategias de restauración, reforestación, agricultura orgánica y recuperación de cauces, flujos de los ríos, entre otras.

Se requiere una actualización continua de estas medidas que integren los cambios necesarios ante los escenarios que se presentan del calentamiento global, ya que el incremento en cantidad y magnitud de los eventos hidrometeorológicos hace necesario incluir variables de vulnerabilidad a amenazas por el calentamiento y tener planes que permitan aminorar los impactos de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

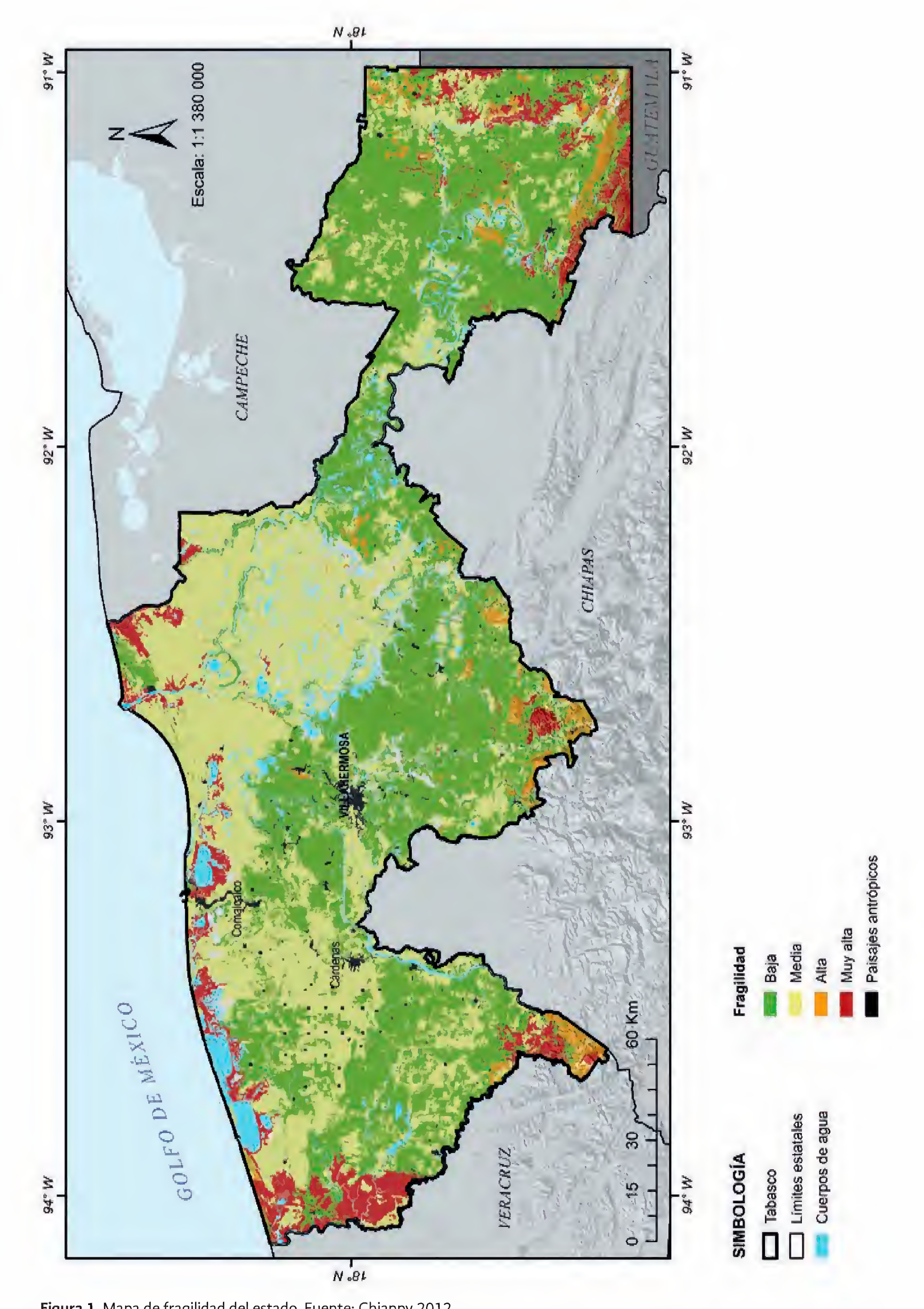


Figura 1. Mapa de fragilidad del estado. Fuente: Chiappy 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

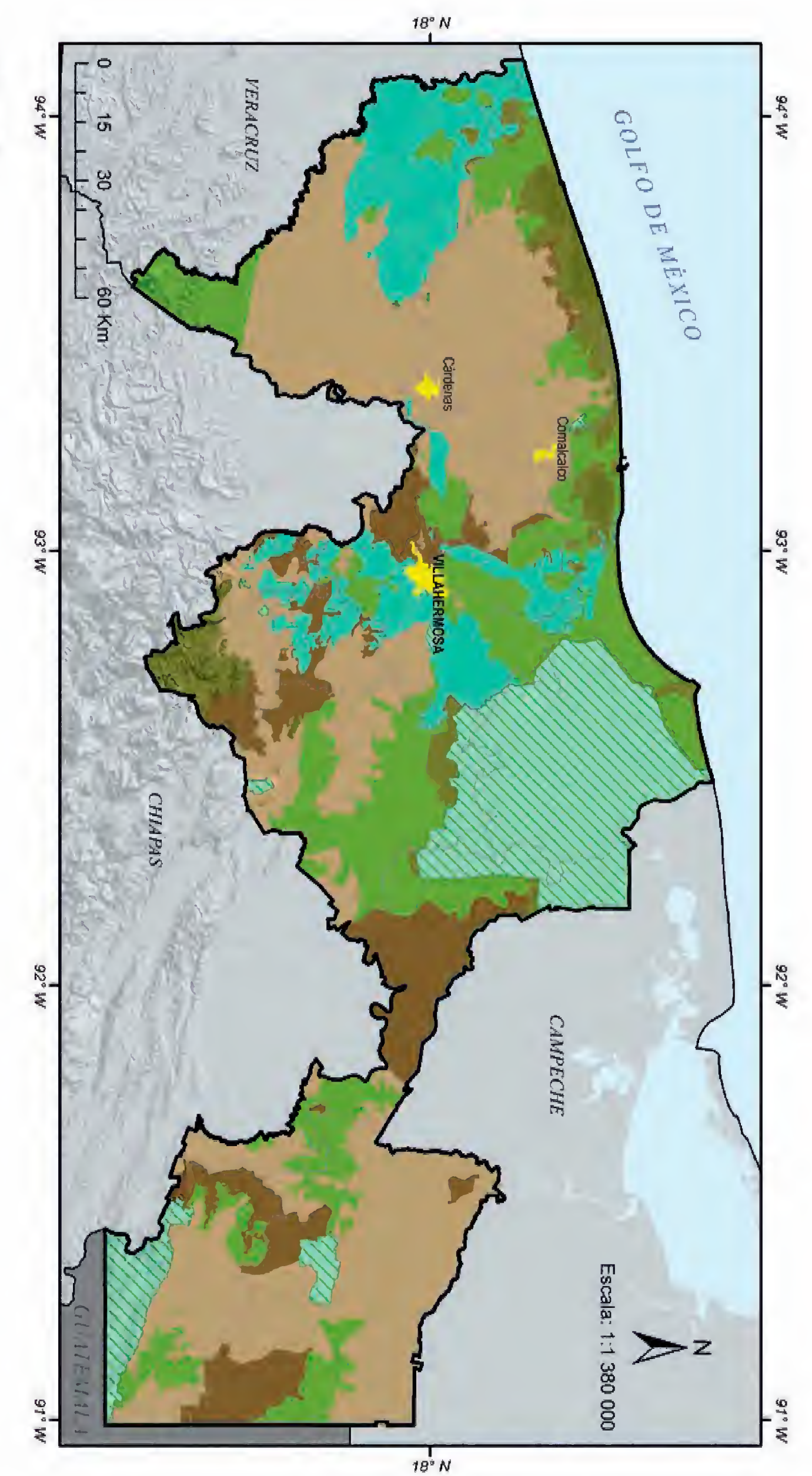


Figura 2. Modelo de ordenamiento ecológico vigente. Fuente: Congreso del Estado 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

estas amenazas al desarrollo del estado. Estas medidas incluyen acciones de reforestación o sistemas de manejo silvícola para incrementar la cobertura arbolada en zonas vulnerables a inundaciones, lo que permitiría la captura de carbono, la prevención de la erosión del suelo y la disminución de escurrimientos superficiales excesivos al incrementar la capacidad de infiltración.

Por lo tanto, esta actualización del modelo de ordenamiento incluye información acerca de las condiciones de vulnerabilidad tanto por inundaciones como por otras amenazas potenciales al territorio, entre éstas la erosión costera y las sequías, de modo que el ordenamiento sea una herramienta de planeación que promueva no sólo el aprovechamiento sustentable de los recursos, sino las acciones de mitigación, como el uso de energías alternativas y el manejo racional del agua por su carácter estratégico. El ordenamiento también debe focalizar la gestión del riesgo para garantizar la seguridad de la población y su patrimonio ante los impactos generados por amenazas naturales y antrópicas mediante políticas ambientales y sociales de acuerdo con la situación geográfica y las capacidades del territorio, como evitar asentamientos humanos en zonas vulnerables a erosión costera, fomentar la conservación y el rescate de sus servicios ambientales como una de las principales medidas de adaptación ante el cambio climático.

Referencias

Chiappy, C.J. 2012. Identificación y establecimiento de indicadores ambientales para los diferentes geosistemas del estado de Tabasco. Proyecto TAB2003-C02-11637. CONACYT-Gobierno del Estado, México.

Chiappy, C.J., L.E. Giddings y L. Gama. 2001. Evaluating ecological landscape modifications using existing cartography. *Revista Cartográfica* 72:85-122.

Chiappy, C.J. y L. Gama. 2003. ¿Por qué urge el ordenamiento ecológico del estado de Tabasco? *Kuxulkab´* 9(16):3-16.

Congreso del Estado. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Suplemento 7335 Ñ. Publicado el 22 de diciembre de 2012 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente.

INEGI y SEMARNAP. 1999. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Estadísticas del medio ambiente. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente, 1995-1997. INEGI, México.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

Tudela, F. 1989. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco. Proyecto integrado del golfo*. El Colegio de México, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Diagnóstico y propuesta de desarrollo forestal sustentable para la región de La Chontalpa

Luisa del Carmen Cámara Cabrales, Ofelia Castillo Acosta, Adalberto Galindo Alcántara, Humberto Hernández Trejo y Silvia Cappello García

Introducción

La unidad de manejo forestal (UMAFOR) de La Chontalpa abarca los municipios Cárdenas, Cunduacán, el centro y sur de Jalpa de Méndez, Comalcalco, Nacajuca, el norte de Huimanguillo, y una pequeña porción de Paraíso, y tiene una extensión de 387 797 ha. Esta propuesta busca dar las bases para planear un desarrollo forestal sustentable (DFS) e incrementar el nivel de vida de los habitantes de la UMAFOR (Cámara-Cabrales *et al.* 2011).

Diagnóstico del área de influencia de la UMAFOR

Principales aspectos físicos

El área de estudio corresponde a la provincia Llanura Costera del Golfo Sur y a la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños (INEGI 2001). Se caracteriza por ser plana y estar formada, en su mayoría, por depósitos aluviales del cuaternario reciente. De acuerdo con Ortiz-Pérez *et al.* (2005), el área también pertenece a la región ecogeográfica Planicie Fluviodeltaica. El cuaternario aluvial abarca 66.2% de la UMAFOR. La región de La Chontalpa fue el delta del río Mezcalapa, lo que ha contribuido al depósito de sedimentos en los márgenes de los ríos (West *et al.* 1985). El cuaternario palustre cubre 32.5% con acumulación de materia orgánica en diferentes estados de descomposición, y se extiende a lo largo del río Tonalá donde se sustentan la selva inundable de Apompo. El cuaternario lacustre cubre 0.58%; mientras que el mioceno de rocas areniscas cubre 0.66%. El clima es de tipo Amw"ig, cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (García 1973 y 1987). La UMAFOR incluye la región hidrológica RH-29 de Coatzacoalcos, conformada por la subcuenca del río Tonalá y lagunas del Carmen y Machona. La región RH-30 Grijalva-Usumacinta está representada por la cuenca baja del río Grijalva, al centro y este del área.

Palma-López y colaboradores (2007) y Palma-López y Triano-Sánchez (2007) reportan gran diversidad de tipos de suelos, de los cuales destacan los siguientes:

- Vertisol eutrico (VReu), que cubre 51% y en el que se desarrollan pastizales, caña, cacao y plátano.
- Fluvisol éutrico (FLeu), que abarca 21% y se distribuye en los márgenes de los ríos que no tienen riesgos de inundación. El uso que se le da a este tipo de suelo es agrícola, para cultivos maderables, pastizales y vida silvestre.
- Vertisol crómico (VRcr), que representa 7.5% y se encuentra en Huimanguillo y Cárdenas.
- Otros tipos de suelo ocupan 12.9% de la UMAFOR y corresponden a zonas bajas de las llanuras de inundación, entre estos se encuentran el Histosol sáprico (HSsa) en Huimanguillo, en los llamados *bajiales*, con vegetación de tipo hidrófita.

Principales aspectos biológicos: tipos de vegetación, recursos forestales y uso del suelo

Se registraron 10 tipos de vegetación (figura 1, cuadro 1) distribuidos de forma irregular en la superficie de la UMAFOR de La Chontalpa (Cámara-Cabrales *et al.* 2011). La vegetación natural ocupa 18.1%, los cultivos 78.2% y el restante 3.7% a cuerpos de agua y asentamientos humanos. Del componente natural, 10% corresponde a vegetación arbórea: selvas y vegetación secundaria derivadas de éstas (acahuales), así como manglar. La vegetación hidrófita compuesta de herbáceas ocupa

Cámara Cabrales, L.C., O. Castillo-Acosta, A. Galindo-Alcántara, H. Hernández-Trejo y S. Cappello-García. 2019. Diagnóstico y propuesta de desarrollo forestal sustentable para la región de La Chontalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 234-241.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

8.05% y está formada principalmente por popales (*Thalia genicuata*), molinillales (*Cyperus giganteous*) y tulares (*Thypha latifolia*). En el componente agrícola, los pastizales ocupan 43.3%, los sistemas de plantación de cacao 33.5% y los cultivos anuales y semiperennes 1.5%. Las plantaciones agroforestales de cacao están dispersas en toda la UMAFOR y abarcan áreas de pocas hectáreas, lo que hace que queden incluidas pequeñas fracciones de otro tipo de vegetación (principalmente pastizales) al unir esos polígonos. Estos datos contrastan con reportes de que en las décadas 1950 y 1960, las áreas de selva, mangles y vegetación hidrófita predominaban en la región. En la década de los sesenta al menos 45 000 ha de selva mediana y baja fueron deforestadas con el inicio del Plan Agropecuario Limón, antecesor del Plan Chontalpa, al implementarse en los municipios Cárdenas y Huimanguillo, donde se dio un cambio de uso del suelo y se incrementó el área ganadera y agrícola. Tudela (1989) reporta que, en los años de 1940 a 1980, se deforestaron un millón de hectáreas de selva tabasqueña; tan sólo en 1980 habían 80 000 ha deforestadas en La Chontalpa. La superficie ejidal cubre 58.7% de la UMAFOR, mientras que la tenencia privada cubre 41.3% (Cámara-Cabrales *et al.* 2011).

Las selvas bajas y medianas ocupan 7.05% de superficie de la UMAFOR, y se encuentran dispersas y fragmentadas; la mayor parte de los individuos forestales que ahí habitan poseen tallas juveniles y son especies de uso local. Estas selvas son, en su mayoría, inundables con especies valiosas para la conservación de la biodiversidad, como apompo (*Pachira aquatica*), anona (*Annona glabra)*, sauce (*Salix humboldtiana*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), majahua (*Hampea nutricia* y *H. macrocarpa)*, capulín (*Muntingia calabura*), mulato (*Bursera simaruba*), macuilí (*Tabebuia rosea*) y canacoíte (*Bravaisia integerrima*). Las selvas proveen un hábitat favorable para la vida silvestre, especialmente para las aves como el jabiru (*Jabiru mycteria*). Otras aportaciones de este tipo de vegetación son la captura de carbono y los servicios hídricos debido a que la selva mediana inundable evita la erosión, escurrimientos y ayuda a la infiltración del agua. Además, las selvas poseen un valor estético y escénico importante para la región y el estado.

En el cuadro 2 se reportan datos de superficie arbolada. En Cunduacán y Cárdenas existen plantaciones de teca (*Tectona grandis*) de 15 años de edad. En las plantaciones de cacao hay árboles maderables, para leña, y especies forestales no maderables (de ornato, medicinales, frutales y de uso local). En palabras de un productor "el cacao es una selva que hemos cultivado".

Existencias volumétricas en selvas, mangle y cacaotales

La superficie total de 27 317.97 ha de selva está fragmentada por el uso agropecuario del suelo y fue aprovechada por cortes selectivos de especies de valor comercial desde principios del siglo XIX, por lo que actualmente presenta volúmenes que no son comerciales. El volumen calculado en selva mediana de canacoíte (*B. integerrima*) fue de 220 a 179 m^3r/ha (metros cúbicos de rollos por hectárea). El volumen en mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) fue, en promedio, de 0.185 m^3r/ha en la región Blasillo. Por consiguiente, la propuesta es incluirlas en la zonificación forestal de conservación y uso restringido (leña, carbón, construcción rural local, palancas, etc.), para un uso de servicios ambientales (Torres-Rojo 2004, CONAFOR 2001), de unidades productoras de germoplasma forestal (UPGF) y, en algunos casos específicos, de enriquecimiento con especies de valor comercial y ecológico para uso forestal sustentable a futuro. En Huimanguillo, dentro de la UMAFOR, existen 519 ha de mangle; esta especie, por su estatus y superficie, es apta para actividades como pesca, recreación y pagos por servicios ambientales, entre otros.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

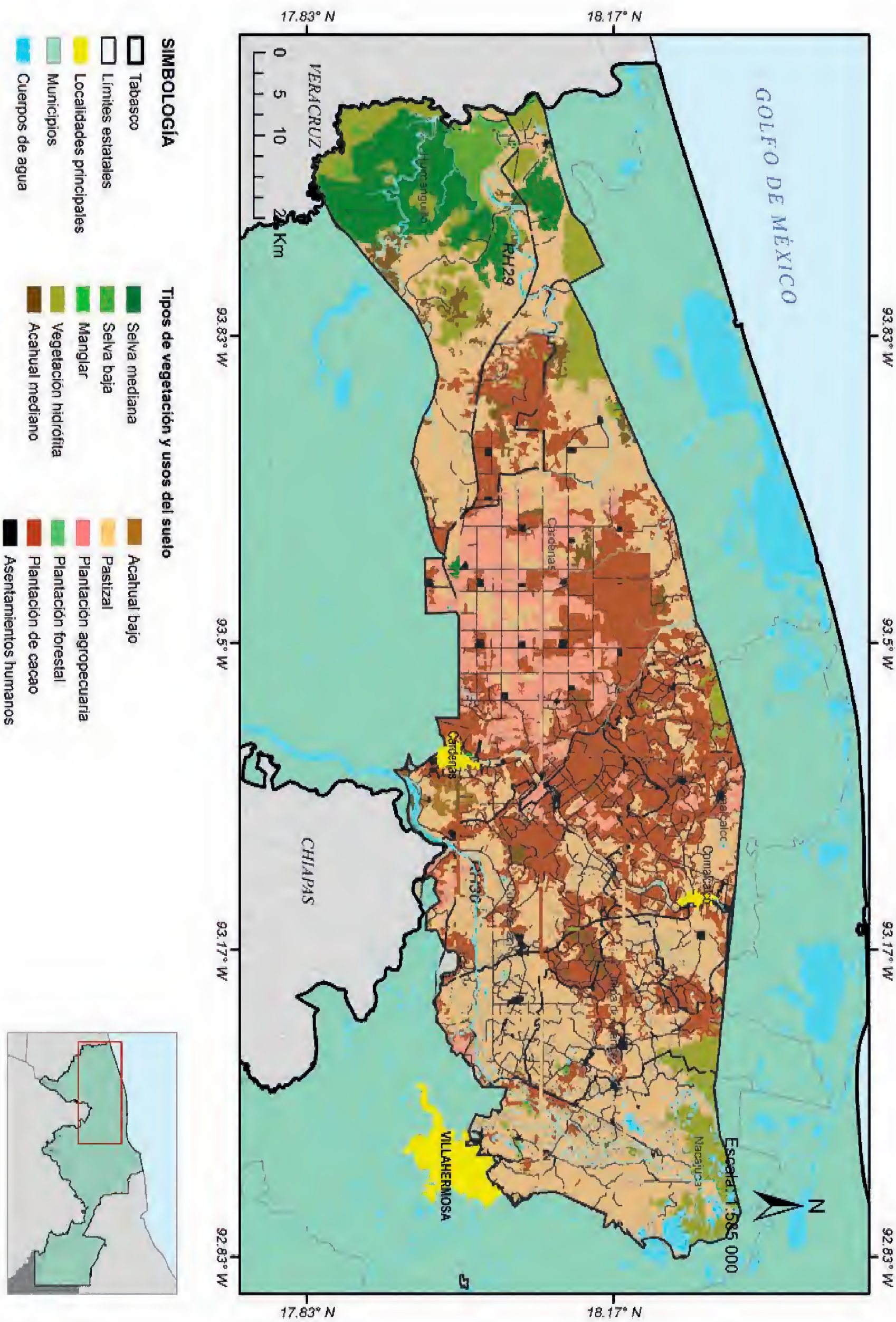


Figura 1. Tipos de vegetación y usos del suelo. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Tipos de vegetación y uso del suelo presentes en la UMAFOR de La Chontalpa.

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Selva mediana	23 068.76	5.950
Selva baja	4 249.21	1.100
Acahual bajo	1 339.54	0.350
Acahual mediano	9 672.50	2.490
Manglar	515.99	0.130
Vegetación hidrófita	31 220.85	8.050
Pastizal	167 931.66	43.300
Plantación agropecuaria	5 645.81	1.460
Plantación de cacao	129 778.82	33.470
Plantación forestal	12.08	0.003
Asentamientos humanos	7 923.32	2.040
Cuerpos de agua	6 438.39	1.660
TOTAL	**387 797.00**	**100.000**

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

El cacao (*Theobroma cacao*) tiene diversos usos, y su manejo está arraigado entre la población de la zona. De los resultados de muestreos en diferentes cacaotales en los municipios Cárdenas, Jalpa de Méndez, Comalcalco y Cunduacán, se estimó el volumen promedio por hectárea para el cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*; Cámara-Cabrales *et al.* 2011). En la localidad C-16 y C-09, el volumen de cedro fue de 27.2 m^3r/ha, y para caoba de 9 m^3r/ha. Los volúmenes estimados en las plantaciones de cacao reflejan las diferentes asociaciones de especies arbóreas, densidades, edades y manejo de la plantación de cacao y de los árboles de sombra, por lo que existe diversidad de volúmenes por hectárea para la misma especie; por ejemplo, para cedro de 27 a 92 m^3r/ha (cuadro 3). Por su parte, en la localidad de Jalpa de Méndez –en condiciones de plantación mixta– los volúmenes variaron de manera considerable de 325 y 383 m^3r/ha con individuos adultos (cuadro 4). Con lo anterior se puede decir que la superficie destinada al cultivo del cacao refleja la disponibilidad de volúmenes de madera de cedro (*C. odorata*), tatúan (*Colubrina arborescens*), caoba (*S. macrophylla*), macuilí (*T. rosae*), jobo (*Spondias mombin*), palo mulato (*B. simaruba*), chilpicoy (*Diphysa robinoides*), entre otras.

Plantaciones forestales comerciales (PFC) y aprovechamientos

Debido en parte, a que es una región cacaotera con una cultura y experiencia de plantaciones mixtas con el cacao, las PFC en la UMAFOR de La Chontalpa están conformadas por 732 ha dispersas en predios pequeños (datos cartográficos, INEGI 2008), en plantaciones mixtas y en plantaciones monoespecíficas. Las PFC son

Cuadro 2. Superficies arboladas, plantaciones y otras.

Municipio	Superficie arbolada (ha)			Otras áreas forestales (ha)			Total municipal (ha)
	Selvas	R/PF/PC	Total	Acahual mediano	Vegetación hidrófila	Total	Total
Cárdenas	-	R = 291.92 PF = 200.00 PC = 63 915.71	64 407.63	3 493.95	3 904.19	7 398.14	71 805.77
Comalcalco	-	R = 57.80 PC = 22 882.94	22 940.74	55.59	1 464.38	1 519.97	24 460.71
Cunduacán	-	R = 78.52 PF = 150.00 PC = 24 042.14	24 270.66	1 475.18	211.26	1 686.44	25 957.10
Huimanguillo	Mediana = 23 068.76 Baja = 4 060.14	R = 2 996.18 PC = 9 227.67	39 352.75	4 413.35	15 052.97	19 466.32	58 819.07
J. Méndez	Baja = 133.43	R = 425.94 PF = 12.08 PC = 7 700.83	8 272.28	133.03	1 811.69	1 944.72	10 217.00
Nacajuca	Baja = 55.64	R = 0.52 PC = 1 806.20	1 862.36	101.40	8 747.38	8 848.78	10 711.14
Paraíso	-	PC = 203.33	203.33	-	28.98	28.98	232.31
Total por tipo de superficie	Mediana = **23 068.76** Baja = **4 249.21**	R = 3 850.88 PF = 362.08 PC = 129 778.82 **133 991.78**	**161 309.75**	**9 672.50**	**31 220.85**	**40 893.35**	**Total Global = 202 203.10**

R = reforestación, PF = plantaciones forestales comerciales, PC = plantación de cacao. Huimanguillo cuenta con 515.99 ha de mangle dentro de la UMAFOR. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Volúmenes maderables estimados en algunos cacaotales.

Localidad	Asociación	Especies	Volumen (m^3r/ha)
C-16 y C-09	Cacao-cedro-caoba	Cedro (*Cedrela odorata*) Caoba (*Swietenia macrophylla*)	27.2 9.0
Comalcalco	Cacao-melina-cedro	Melina (*Gmelina arborea*) Cedro (*C. odorata*)	169.7 92.2
Comalcalco	Cacao-pimienta-caoba-chilpicoy	Caoba (*S. macrophylla*) Chilpicoy (*Diphysa robinoides*)	290.0 103.9
Comalcalco	Cacao-macuilis-jobo	Macuilis (*Tabebuia rosea*) Jobo (*Spondias mombin*)	22.6 243.0

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

Cuadro 4. Volúmenes maderables estimados en plantaciones forestales.

Localidad	Asociación	Especies	Volumen (m^3r/ha)
C-09, Cárdenas	Cedro-teca	Cedro (*C. odorata*) Teca (*Tectona grandis*)	276.5 391.9
C-29, Cárdenas	Cedro	Cedro (*C. odorata*)	117.9
Comalcalco	Melina con plantas de ornato	Melina (*G. arborea*)	27.6
Jalpa de Méndez	Cedro	Cedro (*C. odorata*)	775.8
Jalpa de Méndez	Cedro-cocoíte	Cedro (*C. odorata*) Cocoíte (*Gliricidia sepium*)	325.4 -
Jalpa de Méndez	Cedro-cocoíte	Cedro (*C. odorata*) Cocoíte (*G. sepium*)	383.2 -
C-16, Cárdenas	Teca	Teca (*T. grandis*)	536
Nuevo Aztlán, Cunduacán	Teca	Teca (*T. grandis*)	1 538

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

Cuadro 5. Incrementos medios anuales (IMA) en plantaciones forestales de tres especies en la UMAFOR de La Chontalpa.

Localidad de referencia	Especie	Edad (años)	Diámetro (m)	Altura (m)	IMA	
					m^3r/sitio	m^3r/ha
Límite C-09, Cárdenas	Cedro	12	0.02	1	0.23	23.043
El Habanero, Cárdenas	Cedro	6	0.04	1.9	0.181	18.109
El Habanero, Cárdenas	Caoba	6	0.03	1.7	0.081	8.131
Límite C-09, Cárdenas	Teca	12	0.02	1.5	0.327	32.658
C-16, Cárdenas	Teca	15	0.02	1.2	0.36	35.732
Nuevo Aztlán, Cunduacán	Teca	17	0.02	1.1	0.89	88.784

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

de macuilí, cedro, teca, caoba y melina en los casos de Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán y Jalpa de Méndez.

En el cuadro 4 se presentan volúmenes estimados para diferentes predios. De las plantaciones monoespecíficas, para la teca, caoba y cedro se calculó el volumen de acuerdo con los incrementos medios anuales (IMA) para edades iguales y características de predios similares, con 916.2 m^3r (44 ha), 664 m^3r (14 ha) y 2 566 m^3r (27 ha) respectivamente. Estos volúmenes varían debido a que se cuenta con diferentes IMA (cuadro 5), al manejo de las plantaciones y por la superficie cultivada. Los volúmenes maderables en plantaciones forestales y en cacao son considerables en esta UMAFOR, comparados con los volúmenes estatales, por lo que es prioridad para la Asociación Regional de Silvicultores (ARS) y para la UMAFOR de La Chontalpa iniciar un programa de cadenas productivas, con la de capacitación para el adecuado aprovechamiento de la madera, su transformación y aserrado y, sobre todo, tener una apertura de mercados, con un conocimiento de la normatividad tanto para permisos de aprovechamiento como de transporte. Para el 2007, el volumen autorizado de producción maderable de comunes tropicales fue de 3 200 m^3r (INEGI 2008), las cuales provienen, en su mayoría, de predios agropecuarios.

En cuanto a productos no maderables se propone el cultivo de plantas de ornato (Zingiberaceae) y hongos comestibles para la parte de Comalcalco, Cárdenas y Huimanguillo, ya que cuentan con superficie de cacao y sombra para establecer los cultivos, y de bayil (*Desmoncus ferox*) para los fragmentos de selva; esta especie se observó en acahuales y en el canacohital del C-29.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Zonificación y propuestas para el desarrollo forestal sustentable

Considerando la guía para los estudios regionales forestales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR; cuadro 6) y la zonificación en la UMAFOR de La Chontalpa (cuadro 7), así como los tipos de vegetación y uso del suelo, se observa que la aptitud de uso del suelo de la UMAFOR es netamente forestal, con terrenos preferentemente forestales. Actualmente, la superficie en pastizales es de 167 931 ha (cuadro 1), lo que indica la gran superficie con aptitud forestal para la reconversión productiva vía PFC o mediante cualquiera de las variantes de reforestación (enriquecimientos y sistemas agroforestales-cacao) incentivadas en el programa federal de fomento forestal ProÁrbol.

En los últimos años, esto se ha presentado en la UMAFOR, aunque en menor grado comparado con otras regiones del estado. De acuerdo con el programa de ordenamiento ecológico del estado (SERNAPAM 2012) el área de protección (que incluye márgenes de 100 m de los cuerpos de agua), es de 34 999 ha (9.03%). Esta superficie se recomienda para programas de reforestación con especies de árboles y arbustos nativos como tatúan, jobo, palo mulato, ceiba (*Ceiba pentandra*), sauce, apompo, macuilí, celele (*Inga* sp.), anona, capulín, canacoíte y pukté (*Bucida buceras*). Los programas específicos recomendados son reforestación y los sistemas agroforestales. Se proponen 50 874 ha para PFC de melina, teca, macuili, caoba y cedro.

Reforestación, restauración y servicios ambientales

Al contrastar programas de restauración y reforestación de otras regiones del estado, prácticamente estos no existen en la UMAFOR; además, es necesario definir áreas para implementar programas de restauración de selvas y del poco mangle que existe. Así que es prioridad hacer una planeación conjunta con la UMAFOR, la ARS Chontalpa, la CONAFOR, la Comisión Estatal Forestal (COMESFOR), la Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental (SERNAPAM) y representantes de productores interesados, con el fin de delimitar la superficie prioritaria para reforestar y restaurar, considerando los márgenes de cuerpo de agua que indica el programa de ordenamiento ecológico (SERNAPAM 2012), fragmentos de selva mediana y baja, y acahuales en sucesión avanzada.

Cabe señalar que esos fragmentos son muy importantes como conservación de la biodiversidad y de servicios hídricos de la región, a la vez que se vislumbran como sitios potenciales para desarrollar proyectos de captura de carbono dentro de la mitigación del cambio climático (Torres-Rojo 2004). Con esto, en la UMAFOR se puede desarrollar un programa de pagos por servicios ambientales (PSA) por captura de carbono, conservación de la biodiversidad, servicios hídricos, cultivos agroforestales bajo sombra y ecoturismo, al tener en cuenta que el área cuenta con más de 65 000 ha de selvas, mangle y áreas de protección, además de 129 000 ha con plantaciones de cacao. Se propone un corredor biológico en el río Tonalá y Blasillo, así como

Cuadro 6. Criterios de zonificación forestal.

Zonificación forestal	Criterios de zonificación de acuerdo con la guía para los estudios regionales forestales (CONAFOR 2009)
1. Zonas de conservación y aprovechamiento restringido o prohibido	
Áreas naturales protegidas	Áreas con decreto publicado
Áreas de protección	Márgenes de 100 m para todos los cuerpos de agua
Manglares	Presencia de mangle
Selvas altas, medianas y bajas	Vegetación primaria susceptible de conservación
2. Zonas de producción	
Terrenos de alta productividad	Terrenos cubiertos por vegetación forestal (acahuales mediano) + suelos de buenas características + zonas no inundables
Terrenos adecuados para forestaciones	Áreas que pueden adoptar una producción forestal (reforestación o plantación forestal comercial) con una cantidad determinada de ciclos anuales y regresar al final de la explotación a su actividad original (ganadería o agricultura), según convengan al productor
Terrenos preferentemente forestales	Áreas que aun cuando no se encuentren ocupadas por una actividad forestal, por sus condiciones físico-bióticas su vocación hace de la actividad forestal su modo natural de producción
3. Zonas no aptas	
	Zonas que cuentan con infraestructura urbana y asentamientos humanos (quedan dentro de programas urbanos de reforestación)

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

modificar las reglas de operación de la CONAFOR en cuanto a la superficie requerida para plantaciones, reforestación y PSA para fomentar la participación de varias comunidades y productores individuales dentro de la UMAFOR, ya que en ella la tenencia de la tierra no es de grandes extensiones.

Propuesta para obtener el desarrollo forestal sustentable en la UMAFOR de La Chontalpa

Se propone establecer un manejo integral en la UMAFOR que incluya lo siguiente:

- Enriquecimiento de plantaciones agroforestales de cacao y otras como plátano y maderables, en los municipios Cárdenas, Cunduacán, Comalcalco, Huimanguillo y Jalpa de Méndez.
- Reconversión productiva de terrenos agropecuarios con plantaciones forestales comerciales y reforestación. Los incentivos de ProÁrbol y otros apoyos estatales y federales han permitido la reconversión, aunque algunos trámites y requisitos lo limitan, como el de la superficie mínima.
- Promoción de la conservación y manejo de selvas y mangle fragmentadas, principalmente en Huimanguillo y su límite con Cárdenas, mediante el manejo silvícola de fragmentos de selva y de vegetación en sucesión, actividades de reforestación, agroforestería y silvicultura en áreas de protección).
- Activación de los PSA para conservar márgenes de cuerpos de agua y selvas (más de 65 mil hectáreas) y cacaotales; PSA de biodiversidad, hídricos (cuenca de ríos Blasillo, Tonalá y Zanapa), de captura de carbono y ecoturismo.
- Diversificación de la producción que contempla especies maderables, como cedro, caoba, macuilí, pich (*Enterolobium cyclocarpum*), guasimo (*Guazuma ulmifolia*), tatúan, y no maderables como bayil, palma camedor (*Chamaedorea* spp.), jícara (*Parmenteria aculeata*) y plantas de ornato.
- Establecimiento de unidades de manejo y conservación de la vida silvestre (UMA) de crías de quelonios como hicotea y tortuga blanca, pejelagarto, venado, iguana y tepescuincle.
- Fortalecimiento de la organización de silvicultores y creación de grupos de trabajo de productores para acceder a programas, asesoría y capacitación técnica silvícola.
- Modificación de las reglas de operación de la CONAFOR, para que sean flexibles en cuanto a la superficie requerida para plantaciones, reforestación y PSA; acordes con las condiciones socioeconómicas de las regiones y de la tenencia de la tierra. Incrementar el monto de apoyo a reforestación social.
- Establecimiento de UPGF para plantas nativas en fragmentos de selva, como el canacoíte, macuilí, pich, apompo, pukté, sauce, tatúan, teca, melina, cedro y caoba.
- Los programas propuestos deberán implementarse con la participación de la ARS, del Consejo Regional y Estatal Forestal, instancias federales, estatales y municipales, sociedad civil, instituciones de investigación, profesionistas y técnicos, organización de productores y ONG, entre otros.
- El monto presupuestal estimado para detonar el DFS es de 374 598 000 pesos, el cual se considera importante para la gran fortaleza que brindará al desarrollo forestal y conservación de la UMAFOR, al considerar que derribar la selva en los años sesenta implicó una erogación de 64 millones de dólares hasta 1975 (Tudela 1989).
- Diseño de un sistema estatal de información forestal, de mercados y precios claves para una mejor planeación y una efectiva toma de decisiones, lo que daría pauta para elaborar el plan estratégico forestal de Tabasco, y el ordenamiento territorial de los municipios que comprende la UMAFOR. Asimismo, sentar las bases para conformar un fideicomiso forestal y crear un centro de investigación forestal.

Referencias

Cámara-Cabrales, L.C., H. Hernández-Trejo, A. Galindo-Alcántara *et al*. 2011. Reporte técnico, estudio regional forestal de la UMAFOR de La Chontalpa. UJAT/ARS Chontalpa/CONAFOR, Tabasco.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2001. Programa Estratégico Forestal para México, 2025. SEMARNAT/CONAFOR, México.

——. 2009. Guía para elaborar el estudio regional forestal de la Unidad de Manejo Forestal. Publicada el 5 de marzo de 2009 en el Diario Oficial de la Federación. Texto Vigente.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Segunda edición. Instituto de Geografía-UNAM, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Cuarta edición. Instituto de Geografía-UNAM, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. 2001. Síntesis de información geográfica del estado de Tabasco. INEGI, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2008. Anuario Estadístico de Tabasco. En: ‹*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee08/estatal/tab/default.htm*›, última consulta: 5 de noviembre de 2013.

Ortiz-Pérez, M.A., C. Siebe y S. Cram. 2005. Diferenciación geográfica de Tabasco. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 305-322.

Palma-López, D.J., J. Cisneros, E. Moreno y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. Colegio de Postgraduados/ISPROTAB/Fundación Produce Tabasco A.C., Tabasco.

Palma-López, D.J. y A. Triano-Sánchez. 2007. *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. Vol. II*. Colegio de Postgraduados/ISPROTAB, Tabasco.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Torres-Rojo, J.M. 2004. *Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Informe Nacional México*. SEMARNAT/FAO, Roma.

Tudela, F. 1989. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco. Proyecto integrado del golfo*. El Colegio de México, México.

West, R.C., N.P. Psuty y B.G. Thom. 1985. *Las tierras bajas de Tabasco en el sureste de México*. Instituto de Cultura de Tabasco, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Diagnóstico y propuesta de desarrollo forestal sustentable para la región Los Ríos

Luisa del Carmen Cámara Cabrales, Adalberto Galindo Alcántara, Humberto Hernández Trejo, Ofelia Castillo Acosta y Silvia Cappello García

Introducción

La unidad de manejo forestal (UMAFOR) de Los Ríos se ubica en el sureste del estado y abarca los municipios Balancán, Emiliano Zapata y la parte plana de Tenosique. Cuenta con una extensión de 547 391 ha (figura 1) y en el 2006 fue delimitada de acuerdo con el artículo 112 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS; SEMARNAT 2003), por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Fomento Pesquero del Gobierno del Estado de Tabasco (SEDAFOP) y por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

El objetivo de esta propuesta es lograr un manejo forestal sustentable que considere a las plantaciones forestales comerciales (PFC); reconvertir de manera productiva los terrenos agropecuarios que fueron ganados a la selva; diversificar la producción de especies maderables, no maderables y plantas de ornato; implementar unidades de manejo y conservación de la vida silvestre (UMA); manejar de forma silvícola los fragmentos de selva y acahuales medios y altos; llevar a cabo actividades forestales (reforestación, agroforestería y silvicultura) en áreas de protección; pagar por servicios ambientales (Torres-Rojo 2004) de biodiversidad, hídricos (de las cuencas del río San Pedro, Usumacinta y la laguna Chaschoc); y capturar carbono y desarrollar el ecoturismo (Cámara-Cabrales *et al.* 2011).

Diagnóstico del área de influencia de la UMAFOR

Principales aspectos físicos

La región de Los Ríos se localiza casi en su totalidad en la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, dentro de la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños (INEGI 2001) o Lomeríos y Planicie Palustre. Esta UMAFOR presenta los tres tipos de clima Af (m), Am (f) y Aw (García 1973, 1987, INEGI 2001). Predomina el clima cálido húmedo Am (f) con abundantes lluvias en verano. El Aw cálido subhúmedo con lluvias en verano se ubica en la zona noreste al límite con Campeche en el Plan Balancán-Tenosique, que abarca el Triunfo, y desde Pejelagarto (segunda sección) hasta El Ramonal. El clima Af (m) se localiza al oeste en el límite con Tenosique. Dentro de la UMAFOR se encuentra la red hídrica de la cuenca del Usumacinta (RH30), que es una de las más caudalosas del país y atraviesa los tres municipios; además, incluye las subcuencas del río San Pedro y la laguna Missicab en Balancán, del río Chacamax y la laguna Chaschoc en Emiliano Zapata, así como la microcuenca del arroyo Polevá en Tenosique.

De acuerdo con Palma-López *et al.* (2007), los tipos de suelos característicos son los siguientes:

- Vertisol éutrico, que ocupa 23.21% de la superficie. Se encuentran en Santa Cruz, el Palmar, Chamizal, Jolochero, Lombardo, Mactún, el Águila y San Pedro en Balancán, y en la Gloria y Nicolás Bravo en Tenosique. Los usos que se le dan a este tipo de suelo son, principalmente, para pastos y agricultura, aunque también acahuales y fragmentos de selva. Su limitante es la permeabilidad, por lo que requieren drenaje.
- Leptosol réndzico ocupa 19.68%, se encuentran en una parte del Plan Balancán, en el Pedregal, Palmar, Chamizal, Cuyos de Caoba, Ramonal, Capulín, Emiliano Zapata Salazar, Piche, Villa El Triunfo, Naranjito, Parra, San José de Palmiras, la Escondida, Pejelagarto 2a Sección, Limón y Missicab. El uso agrícola es limitado, actualmente

Cámara Cabrales, L.C., A. Galindo-Alcántara, H. Hernández-Trejo, O. Castillo-Acosta y S. Cappello-García. 2019. Diagnóstico y propuesta de desarrollo forestal sustentable para la región Los Ríos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 242-250.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

sobre estos suelos se encuentran relictos de selva, acahuales, pastos y milpas, presentando capacidad de uso forestal.

- Luvisol gléyico cubre 13.3% de la UMAFOR y se encuentra en la Escondida, Zacatecas, Tarimas, la 22, Hulería, parte de Pimiental y San Joaquín. Su uso actual es de pastos, con una capacidad de uso agrícola muy limitada a arroz y pastos nativos.
- Leptosoles réndzicos-Vertisol éutrico en 6.16% de la UMAFOR, se encuentran en Benito Juárez, La Palma, la Última Lucha, Hermenegildo Galeana, San José, La Joya, La Poza y Multe. Con uso agrícola limitado, actualmente se encuentran relictos de selva, acahuales, pastos y milpas.
- Plintosol éutrico en 6.78% de la superficie, localizándose en Catec, Sunina y Santa Cecilia. En Balancán se usaron para arroz, actualmente hay pastos nativos.
- Gleysol éutrico cubre 5.30% y se encuentra en la cabecera de Emiliano Zapata, El Cuyo, El Aguacate, El Sibalito, La Concepción, Santo Domingo, Estampilla, Nicolás Bravo y, principalmente, en los bajos de las regiones de Los Ríos y de La Sierra, en zonas cercanas a los cauces de los ríos y arroyos. Localmente se les conoce como *bajiales* o *popales*. La mayor parte del año son suelos anegados y con manto freático elevado, por lo que se recomienda que su uso se limite a pastos, forestal, vegetación riparia o vida silvestre.
- Cambisol crómico se encuentra en menor porcentaje, es un suelo de color pardo a rojo característico de los lomeríos de Emiliano Zapata y Balancán. Su uso es agropecuario, pero se recomienda el forestal.
- Luvisol crómico en el sur de Emiliano Zapata y centro de Tenosique. Se encuentra en lomeríos llamadas tierras rojas; se le da uso agropecuario y se recomienda uno forestal.

Principales aspectos biológicos: tipos de vegetación, recursos forestales y uso del suelo

De acuerdo con el análisis de fotointerpretación, verificación en campo y muestreos en selvas y vegetación en sucesión con parcelas al azar de 100 m^2, y de 500 y 1 000 m^2 en sabana y sabana con encinos respectivamente, se elaboró un mapa de vegetación y uso del suelo (figura 1, cuadro 1). La UMAFOR está ocupada por pastizales en 66% de su superficie, mientras que en la década de los sesenta predominaban selva mediana, selva baja, sabana y encinar. Para 1970, al menos 115 000 ha de selva mediana y baja estaban deforestadas y se dio un cambio de uso del suelo al crearse el Plan Agropecuario Balancán-Tenosique e incrementarse el área ganadera y agrícola (Casco-Montoya 1980, Tudela 1989, Sánchez-Munguía 2005). En el periodo de 1984 a 2008 se observó una tasa de deforestación para selva mediana de 4.8% en la parte del Plan Balancán (subcuenca del río San Pedro; cuadro 2). Galindo-Alcántara *et al.* (2009) reportan selva alta en el Plan Balancán-Tenosique, misma que en este trabajo se clasifica como selva mediana, de acuerdo con Miranda y Hernández-X (1963) y López-Mendoza (1980).

Actualmente, la superficie con vegetación secundaria es 12.5%, vegetación hidrófila 9.9%, selvas medianas y bajas 3.7% y otros usos 3.15% (cuerpos de agua, zonas urbanas y plantación agropecuaria). La tenencia de la tierra es 43% ejidal y la privada es 57%. Cabe señalar que en los predios ejidales se observa menor tendencia hacia los pastizales (25%) que en los sitios de propiedad privada (40%), mientras que para la vegetación arbórea (selvas, sabana y acahuales) los ejidos tienen menos superficie (9.65%) que los predios privados (11.82%; cuadro 3).

En cuanto a las zonas con recursos forestales, las selvas bajas y medianas ocupan apenas 4% de la UMAFOR, y la sabana con encinos cubre 3.5%. Estos ambientes

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

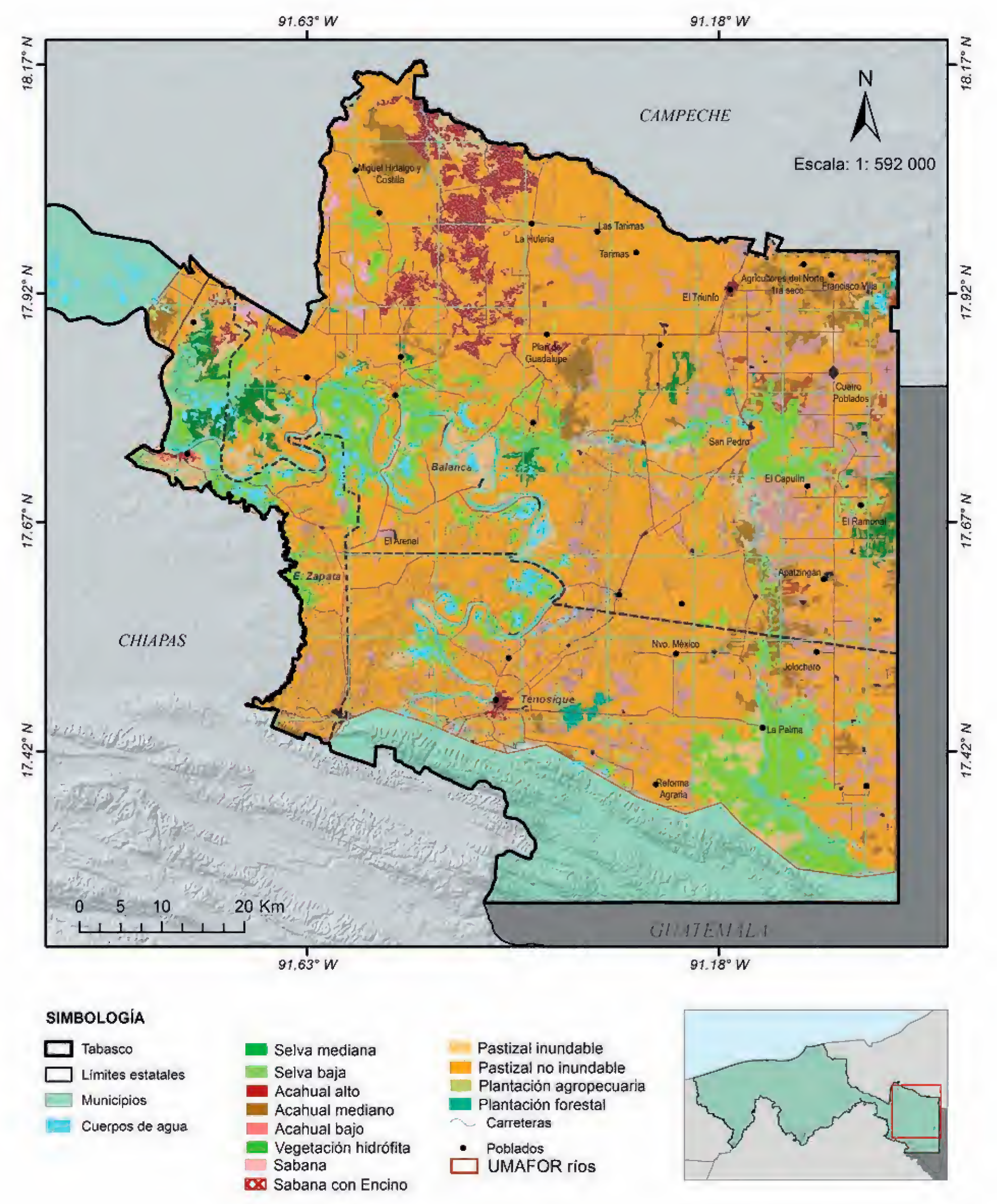


Figura 1. Tipos de vegetación y uso del suelo dentro de la UMAFOR de Los Ríos. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Uso del suelo y vegetación en la UMAFOR de Los Ríos.

Formación	Tipo de vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)			
		Balancán	Emiliano Zapata	Tenosique	Total región
Selvas altas y medianas					
	Selva alta	0	0	0	0
	Selva mediana	7 167.03	2 712.94	10.54	9 890.51
Selvas bajas					
	Selva baja	1 988.70	4 295.52	4 578.85	10 863.08
Vegetación secundaria					
	Acahual alto	1 773.80	0	0	1 773.80
	Acahual mediano	19 655.28	1 501.41	3 617.90	24 774.59
	Acahual bajo	28 539.15	849.48	12 272.59	41 661.22
Sabana					
	Sabana	2 618.30	20.04	5.04	2 643.38
	Sabana con encino	16 074.32	637.11	9.60	16 721.03
Vegetación hidrófila					
	Vegetación hidrófila	35 953.40	3 890.53	14 859.59	54 703.52
Pastizal					
	Pastizal no inundable	222 994.20	23 069.67	94 313.14	34 0377.01
	Pastizal inundable	13 094.37	4 791.85	4 712.20	22 598.42
Plantaciones					
	Plantaciones forestales comerciales	3 379.19	0	754.47	4 133.66
Otros usos					
	Plantación agropecuaria	597.71	0	1 598.04	2 195.75
	Cuerpos de agua	7 393.85	1 518.52	3 296.69	12 209.06
	Zonas urbanas	1 380.70	452.93	1 012.35	2 845.98
Total UMAFOR		**362 610.00**	**4 3740.00**	**141 041.00**	**547 391.00**

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

Cuadro 2. Cambio de usos del suelo, subcuenca de San Pedro.

	1984 (ha)	2008 (ha)	Superficie de cambio (ha)	Tasa (%)
Vegetación secundaria (acahual)	28 894.79	38 985.73	-10 090.94	-1.26
Asentamientos humanos	839.30	1 477.91	-638.61	-2.39
Cuerpos de agua	3 143.12	3 036.81	106.31	0.14
Pastizal	120 138.80	128 000.00	-7 861.20	-0.26
Plantaciones	169.03	1 882.12	-1 713.09	-10.56
Cultivos	272.69	737.09	-464.40	-4.23
Selva alta	4 410.72	3 497.03	913.69	0.96
Selva mediana	1 324.03	406.47	917.56	4.80
Selva baja	43 224.41	29 869.02	13 355.39	1.53
Vegetación hidrófila	24 177.05	18 648.76	5 528.29	1.08

Fuente: Galindo-Alcántara *et al.* 2009. La tasa de cambio se agregó y calculó de acuerdo con Dirzo y García (1992), por lo que los números positivos indican decremento en la superficie y los números negativos muestran incrementos en la superficie (Cámara *et al.* 2011).

están muy fragmentados y existen superficies de pocas hectáreas, por lo que no hay planes de manejo para los bosques naturales. La mayor parte de los individuos existentes no presentan tallas con diámetros comerciales, las densidades son muy bajas y en su mayoría son especies de uso local, como pukte (*Bucida buceras*), chicozapote (*Manilkara zapota*), caoba (*Swietenia macrophylla*), ramón (*Brosimum allicastrum*), jobillo (*Astronium graveolens*), machiche (*Lonchocapus castilloe*), chechem (*Metopium brownie*), palo mulato (*Bursera simrouba*), candelero (*Cordia stellifera*), ceiba (*Ceiba pentandra*), uvero (*Coccoloba barbadensis*), popiste (*Blepharidium mexicanum*), jabín (*Piscidis piscipula*), corazón azul (*Swartzia cubensis*), macuilí (*Tabebuia rosea*), jobo (*Spondias mombin*), guano redondo (*Sabal mexicana*), crucetillo (*Randia* sp.)

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Tenencia de la tierra, tipo de vegetación y uso del suelo en la UMAFOR de Los Ríos.

Tipo de propiedad	Vegetación y usos	Balancán	Porcentaje (%)	Tenosique	Porcentaje (%)	E. Zapata	Porcentaje (%)
Ejidal	AA	1 462.11	0.40	0	0	0	0
	AM	9 237.53	2.55	2 024.74	1.44	35.11	0.08
	AB	18 577.58	5.12	6 111.92	4.33	214.85	0.49
	SM	3 477.67	0.96	0	0	1 415.56	3.24
	SB	1 275.46	0.35	817.42	0.58	2 756.16	6.30
	SAB	558.92	0.15	5.04	0	0	0
	SAB E	420.15	0.12	0.15	0	1.08	0
	PNI	86 759.57	23.93	59 777.13	42.38	9 371.08	21.42
	PI	3 892.57	1.07	1 455.45	1.03	1 128.03	2.58
	VH	15 207.27	4.19	4 327.63	3.07	285.30	0.65
	PF	1 182.06	0.33	241.42	0.17	0	0
	PA	458.09	0.13	880.48	0.62	0	0
	CA	288.34	0.08	280.56	0.20	133.57	0.31
	AH	820.13	0.23	376.26	0.27	23.70	0.05
235 280.09		**143 617.45**	**39.61**	**76 298.20**	**54.10**	**15 364.44**	**35.13**
Privada	AA	311.69	0.09	0	0	0	0
	AM	10 417.75	2.87	1 593.24	1.13	1 466.29	3.35
	AB	9 961.56	2.75	6 160.67	4.37	634.64	1.45
	SM	3 689.36	1.02	10.54	0.01	1 297.38	2.97
	SB	713.25	0.20	3 761.44	2.67	1 539.36	3.52
	SAB	2 059.42	0.57	0	0	20.04	0.05
	SAB E	15 654.17	4.32	9.45	0.01	636.03	1.45
	PNI	136 234.67	37.57	34 536.01	24.49	13 698.59	31.32
	PI.	9 201.80	2.54	3 256.75	2.31	3 663.82	8.38
	VH	20 746.13	5.72	10 531.96	7.47	3 605.23	8.24
	PF	2 197.06	0.61	512.95	0.36	0	0
	PA	139.62	0.04	717.57	0.51	0	0
	CA	7 105.51	1.96	3 016.13	2.14	1 384.95	3.17
	AH	560.56	0.15	636.09	0.45	429.23	0.98
312 110.91		**218 992.55**	**60.39**	**64 742.80**	**45.90**	**28 375.56**	**64.87**
Ejidal + Privada		**362 610.00**	**100.00**	**141 041.00**	**100.00**	**43 740.00**	**100.00**
Total superficie							**547 391.00**

AA = acahual alto, AM = acahual mediano, AB = acahual bajo, SM = selva mediana, SB = selva baja, SAB = sabana, SAB E = sabana con encino, PNI = pastizal no inundable, PI = pastizal inundable, VH = vegetación hidrófila, PF = plantación forestal, PA = plantación agropecuaria, CA = cuerpos de agua, AH = asentamientos humanos. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

gusano de agua (*Lonchocarpus guatemalensis*), y en los estratos bajos jahuacte (*Bactris baculifera*), bayil (*Desmoncus* sp.), escobillo (*Eugenia capulí*), majahua (*Hampea* sp.) y jolocim (*Heliocarpus donnell-smithii*).

Plantaciones forestales comerciales (PFC) y aprovechamientos

Datos oficiales del 2009 (SEMARNAT 2010) indican que se cuenta con 15 117 ha de PFC en la región (cuadro 4). Las especies establecidas son introducidas, principalmente el eucalipto (*Eucaliptus* spp.), melina (*Gmelina arborea*) y teca (*Tectona grandis*). También ha iniciado la venta de tierras para PFC de miles de hectáreas a compañías forestales que se han establecido en la región (Santa Genoveva, Proplanse, Proteak, México va por ti y Agro Tabasco), por lo que es necesario considerar el impacto socioeconómico y ecológico a futuro. Resalta el establecimiento exitoso de una plantación de 100 ha de cedro (*Cedrela odorata*) mediante un sistema agroforestal asociado con papaya de productores de la región, así como área de encinares y sabana con especies de encino tropical (*Quercus oleoides*), güiro (*Crescentia cujete*), tachicón (*Curatella americana*), nance (*Byrsonima crassifolia*), palma tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*) y Cycadaceae (*Zamia furfuracea*, *Zamia loddigesii*), con uso agropecuario transformadas en parte a PFC de especies introducidas. De 5 a 10 años

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

los grandes volúmenes maderables comerciales (se espera en promedio de 250-300 m^3r/ha) de esas más de 15 mil hectáreas de PFC estarán listos para el mercado, y aumentará la necesidad de capacitación, infraestructura de aserrado, transformación y mercado.

Asimismo, se realiza aprovechamiento forestal maderable en terrenos agropecuarios con volúmenes pequeños para especies de cedro, macuilí, teca y carbón de guácimo (*Guazuma ulmifolia*), así como para productos de los aclareos de plantaciones de melina y cosecha total de plantaciones de eucalipto y melina. De las autorizaciones de aprovechamiento de productos forestales no maderables, la cosecha de semilla de palma tasiste –distribuida en las superficies de sabana y encino en Balancán– cuenta con 1 950 ha bajo manejo forestal. La producción de 2008 fue de 108 t de semilla seca y cuenta con un permiso autorizado de aprovechamiento de 1 740 t (Cámara-Cabrales *et al.* 2011). La semilla se seca localmente y se exporta a Canadá para extraer aceite que se utiliza en la industria de cosméticos; sin embargo, existe una superficie aproximada de 5 060 ha que es susceptible para su manejo y aprovechamiento, por lo que existe subaprovechamiento, falta de mercado y necesidad de infraestructura para dar valor agregado al secado de la semilla y bodegas. El manejo del tasiste es una opción para conservar la sabana y los encinares.

Zonificación y propuestas para el desarrollo forestal sustentable

Se realizó una zonificación de acuerdo con los criterios establecidos por la CONAFOR (2009; cuadro 5). Los terrenos de producción en la categoría preferentemente forestales comprenden 288 349 ha y actualmente tienen un uso ganadero. Esta superficie puede revertirse de forma paulatina a PFC de especies nativas (*T. rosea*, *Cordia alliodora*, *Cordia dodecandra*, *S. macrophylla*, *C. odorata*, *Lysiloma bahamensis*, *C. pentandra* y otras) y exóticas, así como a programas de reforestación, agroforestales (cedro y caoba asociados con papaya, chiles, palma de aceite y otras) y silvopastoriles. La UMAFOR está inmersa en el programa industrial forestal del golfo y en el programa estratégico forestal (CONAFOR 2001), y se enmarca en el incremento de la productividad mediante PFC. La superficie en las categorías de producción media y alta es 26 022 ha, la cual es óptima para manejar fragmentos de selva y de vegetación secundaria. El área de protección es de 82 026 ha y corresponde a los márgenes de cuerpos de agua, de acuerdo con los 100 m que indica el ordenamiento ecológico del estado (SERNAPAM 2012). Esta superficie debe estar cubierta con vegetación natural, por lo que se propone la reforestación con especies arbóreas y arbustivas nativas (*Pachira cuatica*, *Salix humboltiana*, *Inga* sp., *Muntigia calubura*, *Rhizophora mangle*, *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia roseae*, *Bucida buceras*, *Swartzia cubensis*, *Metopium brownei*, *Haematoxylon campechanum*, *Ceiba pentandra*, y palmas como *Chamaedorea* sp., *Desmoncus* sp., *Bactris* sp., *Acrocomia aculeata*, *Attalea butyracea*) donde son importantes los sistemas agroforestales y de enriquecimiento de vegetación secundaria. En general, la UMAFOR cuenta con 67.4% de la superficie clasificada como de zona de producción, de conservación 32% y las no aptas 0.52% (área urbana y de asentamientos; cuadros 5 y 6).

Cuadro 4. Municipios con plantaciones forestales comerciales.

Año	Municipio	Núm. de plantaciones	Hectáreas
2000	Balancán	2	356.14
2001	Balancán	1	599.72
2003	Balancán	6	345.00
2004	Balancán	3	190.00
2005	Balancán	1	72.50
2006	Balancán	34	844.26
2007	Balancán	92	2 016.11
2008	Balancán	116	2 126.17
2009	Balancán	20	3 352.02
Subtotal		**275**	**9 901.92**
2003	E. Zapata	2	100.00
2005	E. Zapata	1	150.00
2006	E. Zapata	3	42.00
2007	E. Zapata	2	51.00
2008	E. Zapata	2	13.00
Subtotal		**10**	**356.00**
2004	Tenosique	2	73.00
2006	Tenosique	158	1 158.00
2007	Tenosique	179	1 513.00
2008	Tenosique	75	492.00
2009	Tenosique	42	1 624.00
Subtotal		**456**	**4 860.00**
Total		**741**	**15 117.92**

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011, SEMARNAT 2010.

Reforestación y restauración

En los últimos años programas federales y estatales han promovido la reforestación, con 8 110 ha reforestadas (INEGI 2008); sin embargo, se requieren más esfuerzos. Las comunidades en Balancán, como Capulín, Ramonal, Miguel Zacaola, Lombardo Toledano, López Zamora, El Destino, parte del Área Natural Protegida Cascadas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 5. Criterios de zonificación forestal.

Zonificación forestal	Criterios de zonificación
Zonas de conservación y aprovechamiento restringido o prohibido	
Áreas naturales protegidas	Áreas con decreto publicado
Áreas de protección	Ordenamiento Ecológico del Estado publicado en 2006
Manglares	Presencia de mangle
Selvas altas, medianas y bajas	Vegetación primaria susceptible de conservación
Zonas de producción	
Terrenos de alta productividad	Terrenos cubiertos por vegetación forestal (acahuales altos) + suelos de buenas características + zonas no inundables
Terrenos de mediana productividad	Terrenos cubiertos por vegetación forestal (acahuales medianos y bajos) + suelos de medianas características + zonas inundables
Terrenos de baja productividad	Terrenos cubiertos por vegetación forestal (acahuales bajos) + suelos de bajas características (pedregosos ó delgados) + zonas inundables
Terrenos adecuados para forestaciones	Áreas que pueden adoptar una producción forestal con una cantidad determinada de ciclos anuales y regresar al final de la explotación a su actividad original (ganadería ó agricultura)
Terrenos preferentemente forestales	Áreas que aun cuando actualmente no se encuentren ocupados por una actividad forestal, por sus condiciones físico-bióticas, su vocación hace de la actividad forestal su modo natural de producción
Terreno forestal	Cubierto por vegetación forestal
Zonas no aptas	
	Cuentan con infraestructura urbana y asentamientos humanos. Estas zonas quedan dentro de programas urbanos de reforestación

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

Cuadro 6. Zonificación en la UMAFOR de Los Ríos. Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

Zonas	Categorías	Superficie (ha)			
		Balancán	E. Zapata	Tenosique	Total
Zonas de conservación y aprovechamiento restringido o prohibido					
	Áreas naturales protegidas	5 748.35	0.00	0.00	5 748.35
	Áreas de protección	39 345.38	16 841.82	25 838.33	82 026.00
	Cuerpos de agua	7 393.85	1 518.52	3 296.69	12 209.06
	Selvas bajas, medianas y humedales	45 109.13	10 898.99	19 448.98	75 457.00
Zonas de producción					
	Áreas de alta productividad	1 773.80	0.00	0.00	1 773.80
	Áreas de media productividad	19 655.28	1 104.55	3 489.51	24 249.00
	Áreas de baja productividad	24 810.03	0.00	10 288.93	35 098.96
	Terrenos adecuados para forestaciones	10 518.46	3 381.89	4 146.74	18 047.09
	Terrenos forestales	586.03	0.00	1 000.48	1 587.00
	Terrenos preferentemente forestales	206 288.99	9 541.30	72 518.99	288 349.00
Zonas no aptas					
	Zona de infraestructura y asentamiento	1 380.70	452.93	1 012.35	2 846.00
Totales		**362 610.00**	**43 740.00**	**141 041.00**	**547 391.00**

Fuente: Cámara-Cabrales *et al.* 2011.

de Reforma, La Cuchilla, la laguna Chaschoc en Emiliano Zapata y predios dispersos de Tenosique dentro del Plan Balancán-Tenosique (El Palmar) con fragmentos de selva y de vegetación en sucesión avanzada, requieren que se definan áreas específicas para implementar programas de reforestación y restauración de selvas. Por ello, es prioritario realizar una planeación conjunta dentro de la UMAFOR, con la participación de la Asociación Regional de Silvicultores (ARS Ríos) de Los Ríos, representantes de otras organizaciones de productores, instancias municipales, estatales y federales relacionadas con el sector forestal, así como instancias de educación e investigación, para delimitar las áreas prioritarias para reforestar y restaurar (considerando además de las antes mencionadas áreas de márgenes de cuerpo de agua). Dicha unidad tiene un potencial de pagos por servicios ambientales (PSA) en captura de carbono, conservación de la diversidad, servicios hídricos y ecoturismo, para lo que existen más de 100 mil ha. Adicionalmente, se propone un corredor

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

biológico en el río San Pedro y es importante señalar que para implementar esto es necesario flexibilizar las reglas de operación de la CONAFOR y que se establezcan proyectos especiales, pues los fragmentos de selva y de vegetación secundaria avanzada o acahuales altos están muy fragmentados y dispersos en la UMAFOR, por lo que superficies compactas grandes de más de 100 ha son muy raras; de esta forma podrán participar varias comunidades y productores con fragmentos de selva y vegetación en sucesión avanzada.

Propuesta para lograr el desarrollo forestal sustentable en la UMAFOR de Los Ríos

Para lograr el manejo forestal sustentable se propone lo siguiente:

- Brindar educación, capacitación e investigación forestal y asesoría técnica silvícola a los dueños de los recursos.
- Fortalecer las organizaciones de silvicultores y la creación de grupos de productores para acceder a programas.
- Flexibilizar las reglas de operación de la CONAFOR y otras instancias en relación al tipo de especies a establecer y superficie, de acuerdo con las condiciones socioeconómicas, ecológicas de las regiones y de la tenencia de la tierra.
- Promover el gran potencial de tierras con aptitud forestal para PFC, reforestación, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Las metas de la propuesta son la zonificación forestal como instrumento para la planeación forestal.
- Promover la conservación, manejo, enriquecimiento de selvas fragmentadas y vegetación secundaria avanzada.
- Detonar los PSA para conservar márgenes de cuerpos de agua y selvas (más de 100 mil ha). Todo esto requiere trabajo conjunto y sinergia de instituciones relacionadas con el desarrollo forestal.
- Hacer compatibles los programas hacia el fomento y apoyo del sector forestal y agropecuario, para no contradecir proyectos (fomento ganadero en zona de conservación o de uso preferentemente forestal).
- Fortalecer y apoyar la formación de cadenas productivas, capacitación para aprovechamiento de madera, almacenamiento, hornos de secado y aserrado, entro otros.
- Crear un fideicomiso forestal, sistema estatal de información forestal, de mercados y precios, así como elaborar el plan estratégico forestal de Tabasco.

Referencias

Cámara-Cabrales, L.C., H. Hernández-Trejo, A. Galindo-Alcántara *et al*. 2011. Reporte técnico, estudio regional forestal de la UMAFOR de Los Ríos. UJAT, Tabasco.

Casco-Montoya, R. 1980. *Los planes de desarrollo del trópico: el caso de Balancán-Tenosique, Tabasco. México*. Centro de Ecodesarrollo, México.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2001. Programa Estratégico Forestal para México, 2025. SEMARNAT/CONAFOR, México.

——. 2009. Guía para elaborar el estudio regional forestal de la Unidad de Manejo Forestal. Publicada el 5 de marzo de 2009 en el Diario Oficial de la Federación. Texto Vigente.

Dirzo, M. y R. García. 1992. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology* 6:84-90.

Galindo-Alcántara, A., A.S. Ruiz, A. Morales-Hernández y M. Rodríguez. 2009. *Caracterización de cuencas hidrológicas (microcuencas) en el estado de Tabasco*. Informe Técnico. UJAT/FOMIX, Tabasco.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Segunda edición. Instituto de Geografía-UNAM, México.

——. 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Cuarta edición. Instituto de Geografía-UNAM, México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. 2001. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Tabasco. INEGI, México.

——. 2008. Anuario Estadístico de Tabasco. En: ‹*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee08/estatal/tab/default.htm*›, última consulta: 5 de noviembre de 2013.

López-Mendoza, R. 1980. *Los tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. UACh, Texcoco.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Palma-López, D.J., J. Cisneros, E. Moreno y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. *Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable*. Colegio de Postgraduados/ISPROTAB/Fundación Produce Tabasco A.C., Tabasco.

Sánchez-Munguía, A. 2005. *Uso del suelo agropecuario y desforestación en Tabasco 1950-2000*. DACBiol-UJAT, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 10 de mayo de 2016.

——. 2010. Información estadística impresa de la Delegación Tabasco. SEMARNAT, México.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Torres-Rojo, J.M. 2004. *Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Informe Nacional México*. SEMARNAT/FAO, Roma.

Tudela, F. 1989. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco. Proyecto integrado del golfo*. El Colegio de México, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)

Claudia Elena Zenteno Ruiz, Casiano Alberto Méndez Sánchez, Joaquín Anuar Hernández Velázquez y Carlos Mario Burelo Jiménez.

Introducción

La flora y fauna silvestres del sureste de México representa un recurso cultural, económico y alimenticio para las comunidades rurales; pero actualmente las poblaciones silvestres están sujetas a múltiples amenazas, entre ellas la destrucción de su hábitat y la sobrecaptura. En esta región, la cacería furtiva es de alto impacto debido a que no se respetan tallas, sexo o temporada reproductiva, lo que disminuye la capacidad de reposición natural de las poblaciones (Robinson y Redford 1991, Ojasti 2000).

En Tabasco también contribuyen, de manera sinérgica a la amenaza de flora y fauna, el uso de prácticas muy nocivas, como la quema de humedales que altera hábitats críticos (Zenteno *et al.* 2001), así como la deforestación, modificación hidrológica, ganaderización y la industria petrolera (Sánchez y Barba 2005), lo que trae consigo una degradación y fragmentación del hábitat; por ejemplo, Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona (2006) identificaron que, en el periodo de 1990 a 2000, sucedió una tasa de cambio por pérdida de vegetación de 6% de selva de puckté (*Bucida buceras*) y 35% de selva de tinto (*Haematoxylom campechanum*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, en tanto que incrementaron 1% el manglar y 28% los pastizales. Estos cambios se atribuyen a la presencia de carreteras pavimentadas, asentamientos humanos y canales.

La gravedad de esta situación plantea el reto de hacer compatible la conservación de los recursos con la generación de ingresos para las comunidades rurales que están en contacto con las poblaciones silvestres. La alternativa propuesta por el gobierno federal son las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), definidas como predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen (SEMARNAT 2000). Las UMA tienen como objetivo general conservar el hábitat natural, poblaciones y especies silvestres para que se puedan desarrollar objetivos particulares como la restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable.

Un aspecto importante de las UMA es que también son espacios donde se desarrollan actividades de investigación, educación ambiental, ecoturismo y reproducción de organismos susceptibles de ser empleados en campañas de repoblamiento. El enfoque de conservación en las UMA puede ser *in situ*, caracterizado por la mejora del hábitat natural y la evaluación de los recursos previos a la autorización de su aprovechamiento; y *ex situ*, que consiste en el confinamiento de los organismos fuera de su hábitat natural, donde se observa un estricto seguimiento de criterios para asegurar la supervivencia de las poblaciones. El tipo de aprovechamiento en las UMA puede ser de tipo extractivo (cacería deportiva, mascotas, ornato, alimento, insumos para la industria, artesanías, exhibición y colecta), no extractivo (ecoturismo, investigación, educación ambiental y fotografía), y mixtos (que combina el aprovechamiento extractivo y el no extractivo).

Considerando el tipo de manejo en las UMA, se encuentran catalogadas de la siguiente manera:

a) Extensivas. Cuando el manejo de ejemplares o poblaciones de especies silvestres es en vida libre y se desarrollan en condiciones naturales, sin imponer restricciones a sus movimientos. Operan mediante técnicas de conservación y

Zenteno-Ruiz, C.E., C.A. Méndez-Sánchez, J.A. Hernández V. y C.M. Burelo-Jiménez. 2019. Unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 251-257.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

manejo de hábitat, monitoreo de poblaciones y reproducción de especies de interés con fines de aprovechamiento, conservando las que poseen un valor de uso, así como de las comunidades y ecosistemas a los que se encuentran asociadas para mantener la riqueza genética y taxonómica.

b) Intensivas. Cuando el manejo técnico de ejemplares o poblaciones de especies silvestres se lleva a cabo en condiciones de confinamiento, en las cuales se tiene un control de las variables que se pueden realizar, como el manejo de la especie, reproducción, profilaxis, aplicación de medicamentos, prevención y control de enfermedades, inventario de ejemplares, etcétera.

Las unidades de vida silvestre en Tabasco

En el sureste de México, las UMA tienen menos cobertura respecto a las del norte del país, y existen notables diferencias en la rentabilidad de las mismas. Gallina-Tessaro y Escobedo-Morales (2009) atribuyen estas diferencias a que las UMA del norte son los ranchos cinegéticos-ganaderos que han sido transformados en UMA, los cuales ocupan grandes extensiones de terreno y permiten incluir más individuos de fauna silvestre y tener más flexibilidad en su manejo, además de que tienen una importante inversión de capital privado destinado al mercado de la caza deportiva. En el sureste la condición es diferente, dado que la mayor parte de las UMA extensivas están asentadas en propiedades comunales, donde existe más biodiversidad pero una menor densidad de especies de interés cinegético, aunado a lo fragmentado del hábitat (Naranjo 2012). En el caso de las UMA intensivas, tienen una serie de necesidades de tipo técnico y de financiamiento que comprometen su funcionamiento y rentabilidad; sin embargo, hay ejemplos de UMA en el sureste que son exitosas y contribuyen a conservar especies poco conocidas.

En la entidad, en el periodo de 1993 a 2000 se expidieron 19 registros de UMA por parte de la Dirección General de Vida Silvestre. En diciembre de 2011 estaban registradas 56 UMA en Tabasco, de las cuales 49 son intensivas y siete extensivas; en la segunda se incluyen criaderos, zoológicos y viveros (apéndice 36), con lo que se tenía bajo manejo y protección una superficie de 12 848 ha (equivalente a menos de 1% del total de la superficie del estado). En orden de importancia, por la cantidad de UMA en que están representadas, destacan las tortugas de agua dulce (*Trachemys venusta* y *Dermatemys mawii*; figura 1), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*; figura 2) y cocodrilo (*Crocodylus moreletii*; figura 3, cuadro 1).

En los últimos años se han incrementado las UMA extensivas a partir de que algunas especies de flora ingresaron en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), con lo que alcanzaron 11 289 ha.

Figura 1. Tortugas de agua dulce: a) hicotea (*Trachemys venusta*), y b) tortuga blanca (*Dermatemys mawii*). Fotos: Matías Domínguez Laso (a) y Gerardo Ceballos González (b)/Banco de imágenes CONABIO.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Venado cola blanca hembra y su cría (*Odocoileus virginianus*). Foto: Octavio Aburto Oropeza/Banco de imágenes CONABIO.

Figura 3. Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*). Foto: Iván Montes de Oca Cacheux/Banco de imágenes CONABIO.

Ejemplos de UMA exitosas en el estado

Entre las UMA con más éxito en el estado se encuentran La Encantada, El Ramonal y Granja de Tortugas del Gobierno del Estado (Burelo 2008). En el cuadro 2 se presentan datos más precisos acerca de las acciones que se han llevado a cabo en estas unidades.

Las UMA desempeñan una función importante en la reproducción y recuperación de especies en alguna categoría de amenaza. En Tabasco es el caso de la hicotea (*Trachemys venusta*), cuyo aprovechamiento sustentable se ha logrado en cuatro UMA intensivas: La Encantada, Granja de Tortugas de Gobierno del Estado, El Arca de Noé y El Arca de las Tortugas. El tipo de aprovechamiento logrado es extractivo y no extractivo,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Especies aprovechadas, situación de protección y número de UMA en que están representadas.

Origen	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Núm. UMA
Exótica						
	Antilope cervicapra	Antílope				1
	Camelus bactrianus	Camello				1
	Dama dama	Venado gamo				2
	Equus burchellii	Cebra				1
	Giraffa camelopardalis	Jirafa		LC		1
	Lama glama	Guanaco o llama				1
	Pavo cristatus	Pavo real		LC		1
	Struthio camelus	Avestruz		LC		1
Subtotal	**8**		**0**	**3**	**0**	**3***
Nativa						
	Avicennia germinans	Mangle negro	A			2
	Chamaedorea elegans	Palma camedor				1
	Chamaedorea ernesti-augusti	Palma camedor	A			1
	Chelydra rossignonii	Chiquiguao		VU		5
	Claudius angustatus	Taimán	P			5
	Crocodylus moreletii	Cocodrilo de pantano	Pr	LC	II	9
	Cuniculus paca	Tepezcuintle		LC	III	7
	Dasypus novemcinctus	Armadillo		LC		1
	Dermatemys mawii	Tortuga blanca	P	CR	II	12
	Dicotyles tajacu	Pecarí de collar		LC	II	4
	Iguana iguana	Iguana verde	Pr		II	6
	Kinosternon leucostomum	Pochitoque				6
	Laguncularia racemosa	Mangle blanco	A	LC		2
	Nasua narica	Tejón		LC	III	1
	Odocoileus virginianus	Venado cola blanca		LC	III	11
	Orchidaceae	Orquídeas				2
	Procyon lotor	Mapache		LC		1
	Rhinoclemmys areolata	Mojina	A	LC		6
	Rhizophora mangle	Mangle rojo	A	LC		2
	Staurotypus triporcatus	Guao tres lomos	A	NT		6
	Trachemys venusta	Hicotea				18
Subtotal	**20**		**10 (A = 6, P = 2, Pr = 2)**	**13 (LC = 10, VU = 1, CR = 1, NT = 1)**	**7 (II = 4, III = 3)**	**47**

*Las especies exóticas se concentran en tres UMA: Río Seco (DGVS-CR-IN-00244-TAB/97), rancho Los Ciervos (INE/CITES/DGVS/CR-IN-0643-TAB/00) y El Zopo Norte (DGVS-CR-IN-0771-TAB/02). No se incluyen las especies de orquídeas. La mayoría de las UMA manejan más de una especie. Para algunas UMA el listado de especies no esta disponible. Fuente: SEMARNAT 2010, 2015 (la información comprende hasta diciembre de 2011), CITES 2015, UICN 2015. A = amenazada, P = en peligro de extinción, Pr = sujeta a protección especial, LC = preocupación menor, VU = vulnerable, CR = en peligro crítico de extinción, NT = casi amenazada.

e incluye la venta o comodato de organismos con la finalidad de consumo o como pie de cría, además de producir servicios de ecoturismo y de educación ambiental. En la figura 4 se observan las tasas de aprovechamiento autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); la mayor cantidad de ejemplares los tiene la UMA La Encantada. Algunas unidades han logrado capitalizar las oportunidades de financiamiento y han conseguido que se otorgue su primera tasa de aprovechamiento en un corto plazo. Tres UMA han registrado autorizaciones de aprovechamiento para cocodrilo (*C. moreletii*), de las cuales destacan la UMA Industrias Moreletii para comercializar la piel y la carne y, en segundo lugar, la UMA Granja de Lagartos de Gobierno del Estado, que tienen como objetivo proporcionar pie de cría a otras UMA.

Un referente de las unidades de manejo en Tabasco es la Granja de Tortugas del Gobierno del Estado, con más de 30 años de funcionamiento ininterrumpido y que cuenta con reconocimiento internacional por su labor en la conservación y manejo zootécnico de siete especies de tortugas de agua dulce, además de que ha sido la unidad que ha proporcionado el pie

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Ejemplos de UMA exitosas y sus características.

Nombre de la UMA	Acciones que han permitido el éxito
La Encantada (aprovechamiento de hicotea, pochitoque, chiquiguao, guao tres lomos, mojina, taimán, tortuga blanca, cocodrilo de pantano)	Organización entre los miembros de la sociedad Inversión inicial de cada socio Capacitación continua en el manejo de las especies y atención al público Adecuación y ambientación de los acuaterrarios Recolección de recursos locales para alimentar a los organismos de la UMA Aprovechamiento no extractivo a través de visitas guiadas y tomas fotográficas Aprovechamiento extractivo mediante la venta de crías para mascota, reproductores para pie de cría y venta de platillos exóticos Difusión a través de los medios de comunicación (radio, televisión, periódicos, trípticos y folletería) Financiamiento proveniente de diversas instituciones federales, estatales y municipales
El Ramonal (aprovechamiento de mapache, tejón, armadillo, tepezcuintle, venado cola blanca)	Organización interna de los ejidatarios Capacitación en el manejo de hábitats y poblaciones silvestres Habilitación para atender a los visitantes Mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de hábitats naturales para las especies autorizadas Financiamiento para la reforestación Convenios con asociaciones y clubes de caza, tiro y pesca Aprovechamiento extractivo de especies silvestres autorizadas mediante la actividad cinegética Monitoreo para solicitar tasa de aprovechamiento de las especies cinegéticas
Granja de Tortugas del Gobierno del Estado (aprovechamiento de hicotea, pochitoque, chiquiguao, guao tres lomos, mojina, taimán, tortuga blanca)	Capacitación del personal Establecimiento de protocolos de profilaxis en albergues y ejemplares Reproducción de ciclo completo de siete especies de tortugas de agua dulce Consolidación como centro de educación ambiental y ecoturístico con visitas guiadas Acciones de transferencia de tecnología a nuevas UMA Producción de ejemplares para pie de cría a UMA de nueva creación Vinculación con instituciones de investigación Formación de recursos humanos sobre el manejo y reproducción de especies de tortugas de agua dulce Albergue temporal de decomisos o fauna rescatada

Fuente: Burelo 2008, Zenteno 2012.

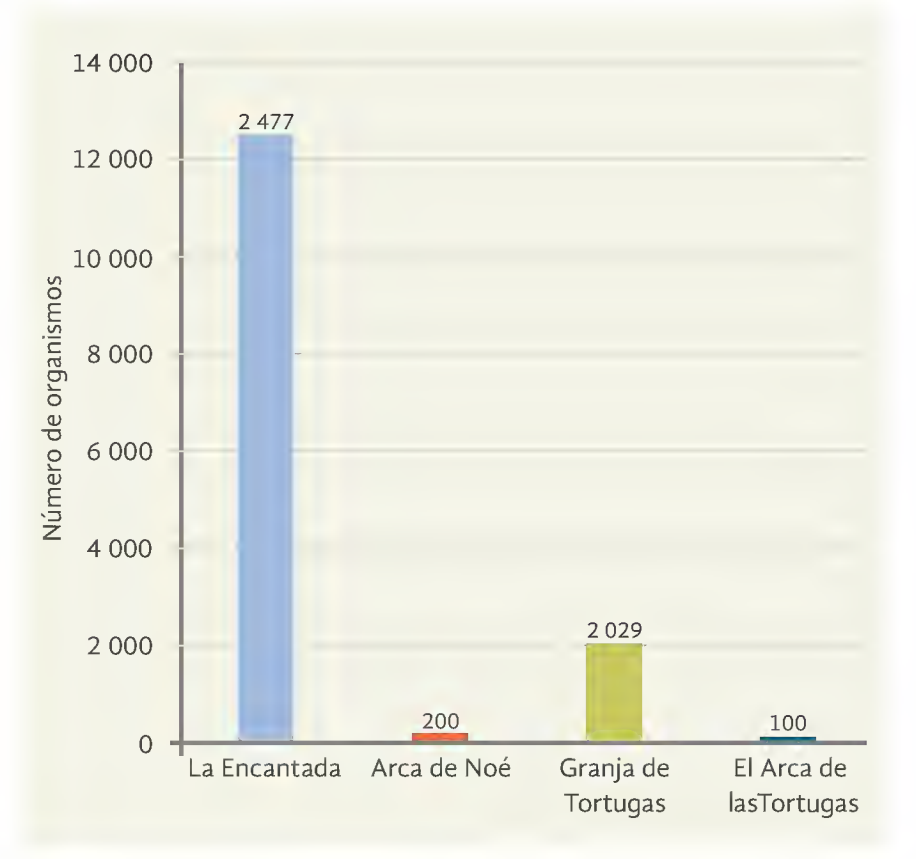


Figura 4. Tasa de aprovechamiento otorgadas para la tortuga hicotea (*Trachemys venusta*), periodo de 2003 a 2012. Fuente: SEMARNAT 2015.

de crías para las otras UMA existentes en el estado. Esta UMA ha aprovechado 2 813 ejemplares de las cuatro especies *Trachemys venusta, Dermatemys mawii*, *Kinosternon leucostomum* y *Staurotypus triporcatus* (figuras 1, 5 y 6).

Algunas instituciones, como la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), han sido pioneras y líderes en trabajos de investigación y transferencia tecnológica sobre el manejo de tortugas y cocodrilos, así como de rescate de manatíes, por lo que ocupan un lugar importante en la generación de recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado, con gran capacidad técnica para apoyar el trabajo de las UMA. La UJAT también se ha destacado por ser sede de encuentros entre diferentes sectores para formular estrategias para el mejoramiento de la operación y financiamiento de las UMA en colaboración con la SEMARNAT, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y el Gobierno del Estado de Tabasco.

Conclusión y recomendaciones

A pesar de que existen ejemplos de UMA exitosas en la entidad, hay grandes retos por afrontar, como su consolidación operativa y que sean rentables, lo que aseguraría la permanencia de este esquema de aprovechamiento sustentable, disminuiría significativamente la presión sobre las poblaciones silvestres

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

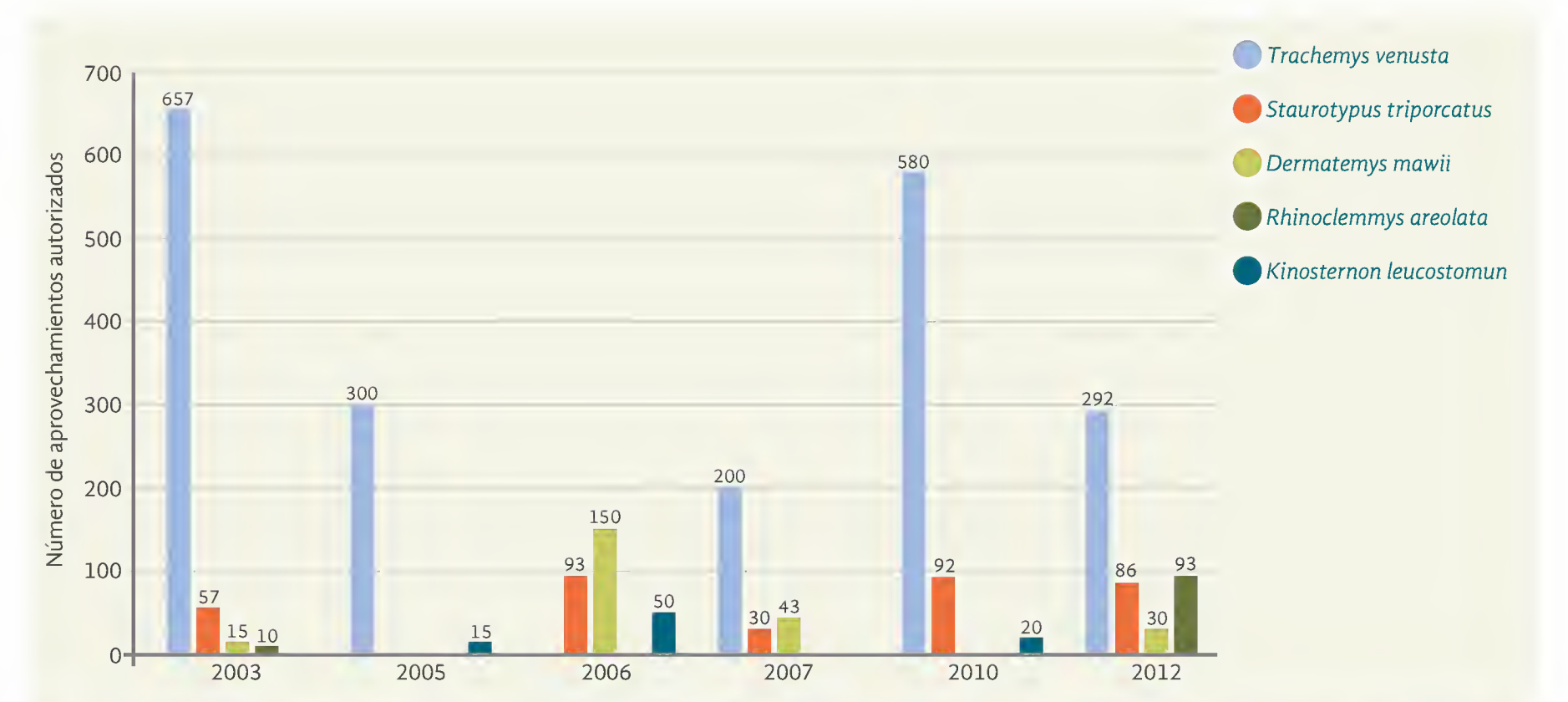


Figura 5. Aprovechamientos autorizados a la Granja de Tortugas de Gobierno del Estado, periodo de 2003 a 2012. Fuente: SEMARNAT 2015.

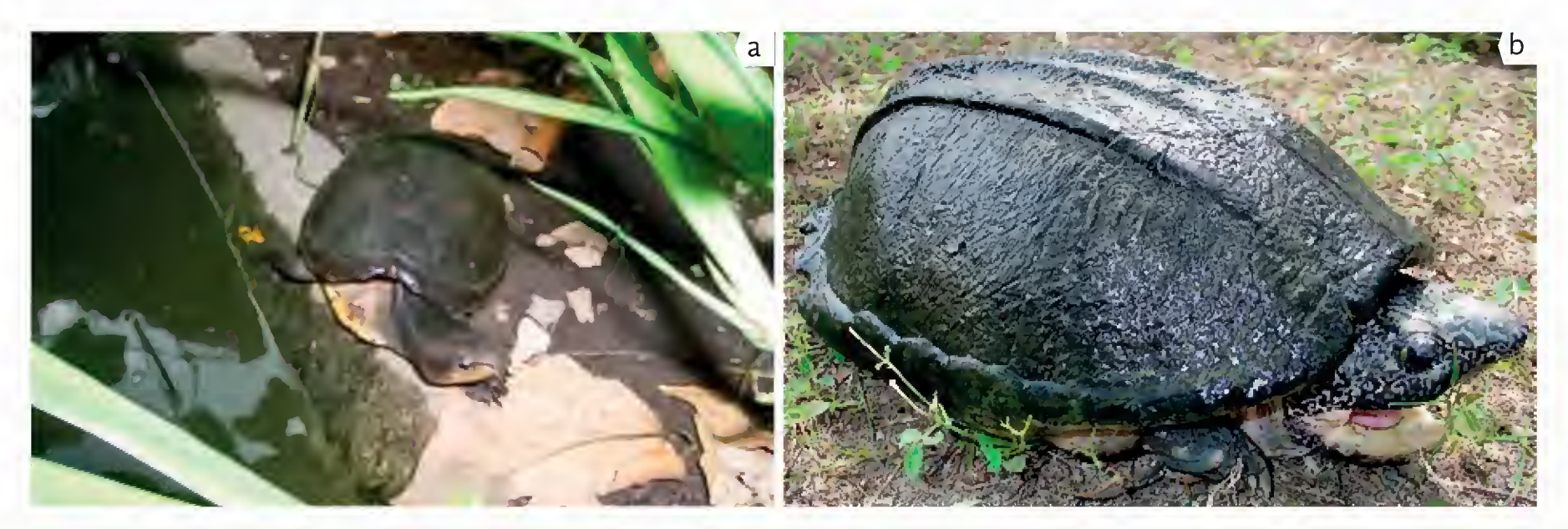


Figura 6. Tortugas de agua dulce: a) pochitoque (*Kinosternon leucostomum*), y b) guao tres lomos (*Staurotypus triporcatus*). Fotos: Ismael Quiroz Guerrero (a) y Víctor Hugo Luja (b)/Banco de imágenes CONABIO.

y representaría una alternativa a incluirse dentro del esquema de corredores biológicos.

Desde el punto de vista técnico, se requiere brindar especial atención al desarrollo de protocolos de manejo y salud de los organismos que aseguren el bienestar de reproductores en la UMA y de la producción que se destina al mercado o a otros fines. Al considerar los objetivos de conservación, el manejo genético de los reproductores es central en los planes de manejo y debe ser abordado dentro de la operatividad de estos espacios, dado que la pérdida de la variabilidad genética e incremento de la endogamia, puede poner en riesgo la viabilidad de las UMA. Por otro lado, para que las poblaciones silvestres sean recuperadas, se requieren estrategias que contemplen el manejo de las especies y de su hábitat desde un enfoque integral, para que los esfuerzos humanos y materiales tengan un verdadero impacto, así como la participación de las comunidades a planes de acción comunitarios en los que se desarrollan las especies de interés.

En Tabasco las UMA presentan una dinámica compleja, derivada de diferentes grados de desarrollo y consolidación tanto operativa como productiva. Aun cuando en Tabasco la asesoría por parte de la SEMARNAT ha sido accesible a los productores, la instrumentación administrativa del esquema de UMA provoca, en ocasiones, que los interesados en la producción de vida silvestre se vean rebasados y se desista registrar una UMA. Se considera que el esquema es muy rígido para las condiciones de crianza en traspatio, que es parte de los usos y costumbres en Tabasco. En los últimos años tanto el gobierno federal como el estatal han otorgado recursos para implementar y fortalecer las UMA, pero aún hay muchas necesidades para que alcancen el

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

nivel de desarrollo deseable debido, entre otros factores, a su organización operativa desde su núcleo de formación, la asesoría técnica y la gestoría. Sin embargo, este esquema de manejo de la vida silvestre debe ser valorado, ya que actúa como un vínculo entre la población y las políticas de conservación al reducir el tráfico ilegal y el riesgo de extinción de las especies, además de que es un valioso instrumento para la investigación y educación ambiental.

Referencias

Burelo, C.M. 2008. Unidades de manejo establecidas en el estado de Tabasco. En: *Memorias del taller de UMA*. UJAT, Tabasco.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. En: ‹*https://www.cites.org/esp/app/appendices.php*›, última consulta: 19 de noviembre de 2015.

Gallina-Tessaro, S.A. y L.A. Escobedo-Morales. 2009. Análisis sobre las unidades de manejo (UMA) de ciervo rojo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) y wapiti (*Cervus canadensis* (Erxleben, 1777) en México: problemática para la conservación de los ungulados nativos. *Tropical Conservation Science* 2:251-265.

Guerra-Martínez, V. y S. Ochoa-Gaona. 2006. Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Investigaciones Geográficas* 59:7-25.

Naranjo, E.J. 2012. Unidades de manejo para la conservación de fauna silvestre en el sureste de México: ¿por qué no funcionan? En: *Memorias del X Congreso Internacional del Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica*. Argentina.

Ojasti, J. 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington.

Robinson, J.G. y K.H. Redford. 1991. *Neotropical wildlife use and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.

Sánchez, A.J. y E. Barba. 2005. Biodiversidad de Tabasco. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 1-16.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

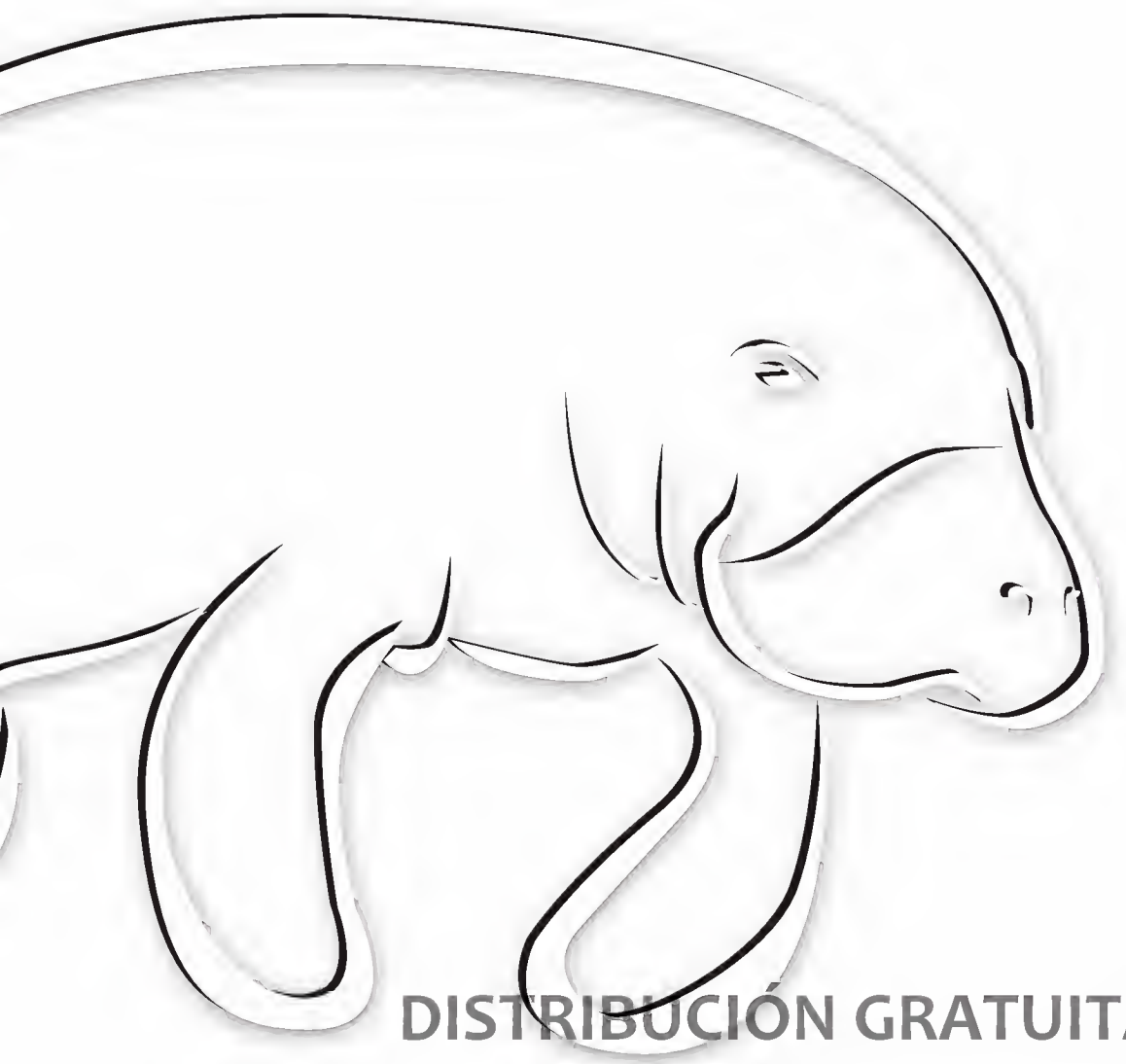
——. 2015. Sistema de unidades de manejo. En: ‹*http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo*›, última consulta: 19 de noviembre de 2015.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.3. En: ‹*http://www.iucnredlist.org*›, última consulta: 19 noviembre de 2015.

Zenteno, C.E. 2012. Necesidades de manejo, producción y acciones de conservación de tortugas dulceacuícolas. En: *Memorias del simposio de tortugas dulceacuícolas del sur-sureste mexicano*. SEMARNAT, Chiapas.

Zenteno, C.E., A.M. Sánchez, R.M. Cruz y R.E. Torres. 2001. Historia natural de las tortugas dulceacuícolas del ejido Río Playa, Comalcalco, Tabasco. *Kuxulkab'* 6(12):12-22.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Las especies protegidas

Juan de Dios Valdez Leal, Coral Jazvel Pacheco Figueroa, María de los Ángeles Guadarrama Olivera, Elías José Gordillo Chávez, Víctor Manuel Santiago Plata, Lilia María Gama Campillo y Eduardo Javier Moguel Ordóñez

Introducción

México es considerado como uno de los países con más diversidad en el mundo debido a su ubicación geográfica y a su variedad topográfica (Mittermeier y Goesttsch 1992, Villa y Cervantes 2003); sin embargo, esta diversidad se ha visto afectada por diversos factores, como la fragmentación del hábitat, cambio de uso de suelo, cacería furtiva, contaminación, entre otros.

La mayor diversidad del país se ubica, principalmente, en los estados del sur (Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Guerrero; Mittermeier y Goesttsch 1992). La diversidad de Tabasco es menor que la reportada en los estados vecinos, posiblemente por la homogeneidad del relieve y la escasez de estudios. A la fecha se han reportado alrededor de 3 228 especies, sólo considerando la vegetación terrestre, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Sánchez 2005).

Las principales amenazas que enfrenta la flora y fauna son la ganadería extensiva, la intensificación agrícola, la deforestación y la industria petrolera, actividades que han modificado y disminuido de forma importante la cobertura original en las últimas décadas, por lo que presentan efectos individuales y sinérgicos que afectan la vida silvestre, sin conocer el grado de impacto que tienen actualmente (Sánchez 2005). Algunas especies han desaparecido de Tabasco, como el puma (*Puma concolor*; Valdez-Leal com. pers.), y especies de flora asociadas a selva mediana y alta perennifolia se encuentran restringidas hacia la sierra del estado en forma de pequeños fragmentos (Salazar-Conde *et al.* 2004). A pesar de las modificaciones ocurridas en los ecosistemas tabasqueños, son poco conocidos los estudios acerca de diversidad y estado de conservación de las especies y hábitats, por lo que el objetivo de este trabajo es proporcionar listas de las especies de flora y fauna que están en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Categorías de riesgo

La NOM-059-SEMARNAT-2010 es la norma oficial mexicana en la que se enlistan las especies con algún riesgo de extinción (SEMARNAT 2010). Esta norma establece cuatro categorías de riesgo: 1) probablemente extinta en el medio silvestre (E), que hace referencia a especies que han desaparecido del medio silvestre; pero se conservan ejemplares vivos en cautiverio, dentro o fuera de territorio nacional; 2) en peligro de extinción (P), que agrupa especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente y ponen en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural; 3) amenazada (A), categoría en la que se encuentran especies que podrían llegar a estar en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen operando los factores que afectan su viabilidad; y 4) sujeta a protección especial (Pr), es para especies que podrían estar amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad.

La literatura existente para la entidad, principalmente tesis con un periodo de tiempo no mayor a 20 años, y muestreos hechos por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) en toda la entidad en los últimos ocho años, muestran que 289 especies de flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles, se encuentran en alguna categoría de riesgo. La mayor cantidad de especies de alguna categoría de riesgo está conformada por fauna (214 especies), mientras que 75 son plantas terrestres.

Valdez-Leal, J., C.J. Pacheco-Figueroa, M.A. Guadarrama Olivera, E.J. Gordillo-Chávez, V.M. Santiago-Plata, L. Gama y E.J. Moguel Ordóñez. 2019. Las especies protegidas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 259-264.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Flora silvestre

Conforme a Pérez *et al.* (2005), la flora descrita para el estado está conformada por 159 familias, 988 géneros y 2 589 especies; sin embargo, la cantidad de especies incluidas en la NOM-059 es un pequeño porcentaje (3%) que no necesariamente refleja la problemática de amenaza a la cual están sujetas muchas especies. Considerando los datos recopilados por Cowan (1983), Guadarrama y Ortíz (2000), Pérez *et al.* (2005) y Magaña-Alejandro (2006), se estima que 57.33% (43 especies) de las especies en riesgo están en la categoría de amenazadas, 25.33% (19 especies) se encuentra sujeta a protección especial y 17.33% (13 especies) en peligro de extinción. Las plantas protegidas están agrupadas en 25 órdenes y 35 familias, siendo el orden Arecales el que cuenta con un mayor número de especies (18). La mayoría de los órdenes tienen entre una y tres especies (figura 1; apéndice 37).

Fauna silvestre

La lista obtenida de las especies de fauna silvestre es resultado de los registros publicados y trabajos de tesis, así como con información colectada por la UJAT y datos contenidos en esta obra. De las 214 especies protegidas por la NOM-059, 55.14% (118 especies) posee la categoría sujeta a protección especial, 30.84% (66 especies) amenazada, y 14.02% (30 especies) en peligro de extinción. Por grupo taxonómico, los anfibios tienen 10 especies, los reptiles 38, las aves 119 y los mamíferos 47 (figuras 2 y 3).

Los anfibios son de los grupos más amenazados a escala mundial, situación que se refleja en Tabasco al ser el grupo que, en proporción a la diversidad que se ha reportado para el estado, registra una importante cantidad de especies con alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (figura 4; apéndice 38).

Los reptiles se integran en tres órdenes y 20 familias. El orden Squamata es el mas diverso, con 28 especies y 14 familias, en las que se incluyen las serpientes, iguanas y lagartijas (figura 5; apéndice 39).

Las aves se registran en 19 órdenes y 40 familias. Los órdenes Paseriformes (en el que se incluyen a los gorriones) y Accipitriformes (águilas, aguiluchos y milanos) presentan la mayor cantidad de especies protegidas (figura 6; apéndice 40). En los mamíferos se registran 10 órdenes y 19 familias, donde Chiroptera (murciélagos) es el orden que más familias y especies registra (figura 7; apéndice 41).

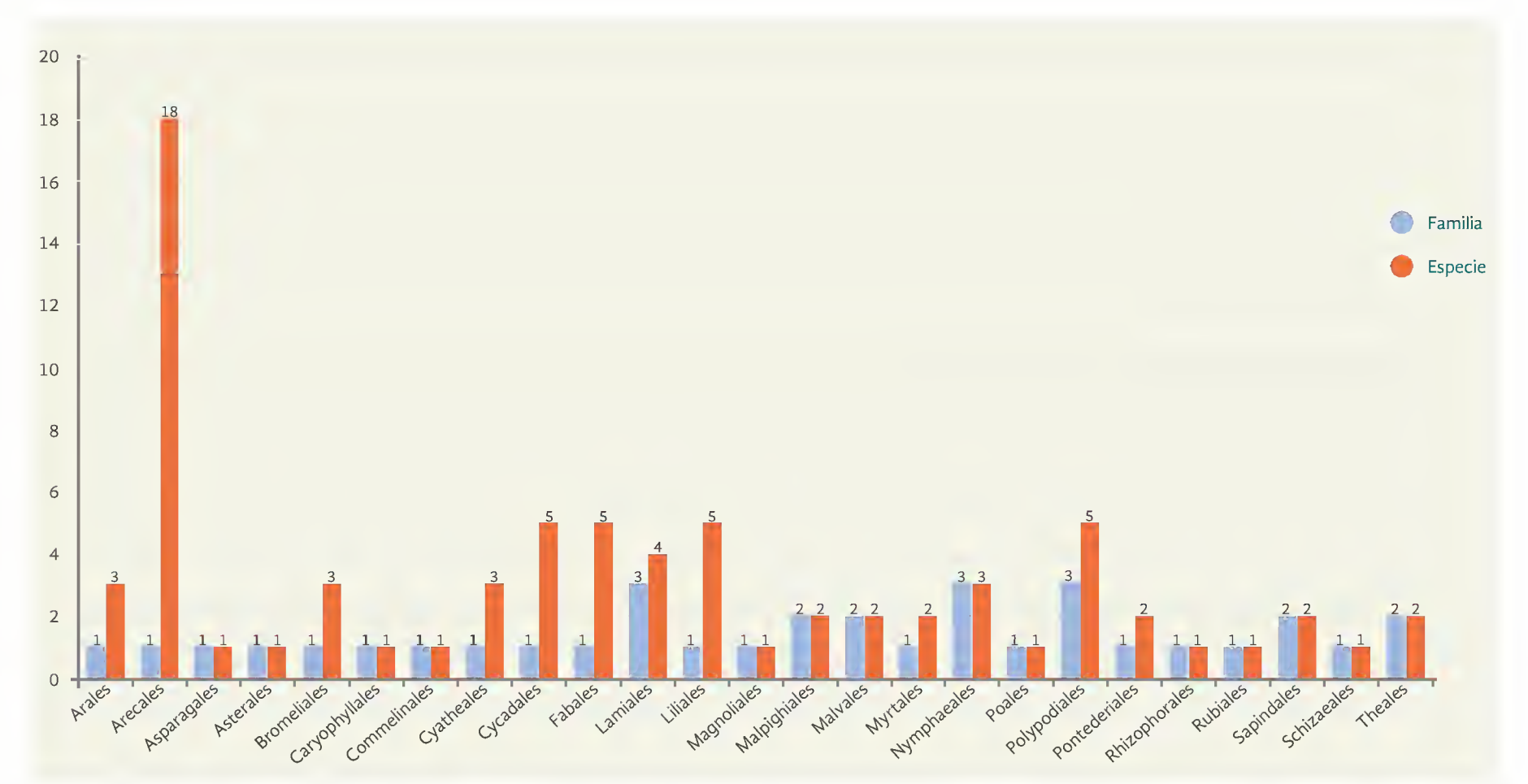


Figura 1. Número de especies de flora por orden, enlistadas en las diferentes categorías de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: elaboración propia con datos recopilados por Cowan 1983, Guadarrama y Ortíz 2000, Pérez *et al.* 2005, Magaña-Alejandro 2006, SEMARNAT 2010 e información colectada por la UJAT.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

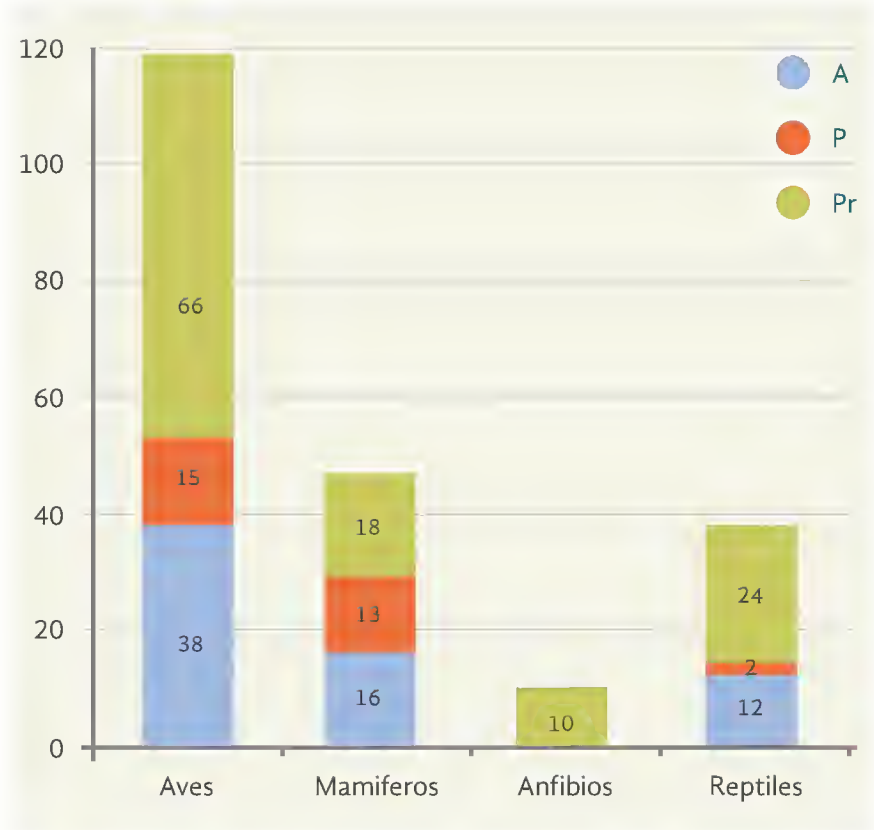


Figura 2. Número de especies por grupo taxonómico, enlistadas en las diferentes categorías de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: elaboración propia con datos recopilados por Castro-Luna 1999, Jesús 2000, Ibarra *et al.* 2001, Santiago-Alarcón 2003, Bello-Gutiérrez 2004, De la Cruz-Félix 2004, Guzmán 2004, Chablé-Santos *et al.* 2005, Reynoso-Rosales *et al.* 2005, Sánchez-Hernández *et al.* 2005, Barragán-Vázquez 2006, 2007, Rodríguez 2006, Gordillo-Chávez 2007, Guzmán 2011, Arriaga-Weiss *et al.* 2008, García-Morales 2008, Barragán *et al.* 2010, Méndez 2011, Coronel 2014, López 2014, García-Morales *et al.* 2014, Marcelo 2015, información colectada por la UJAT y datos contenidos en esta obra.

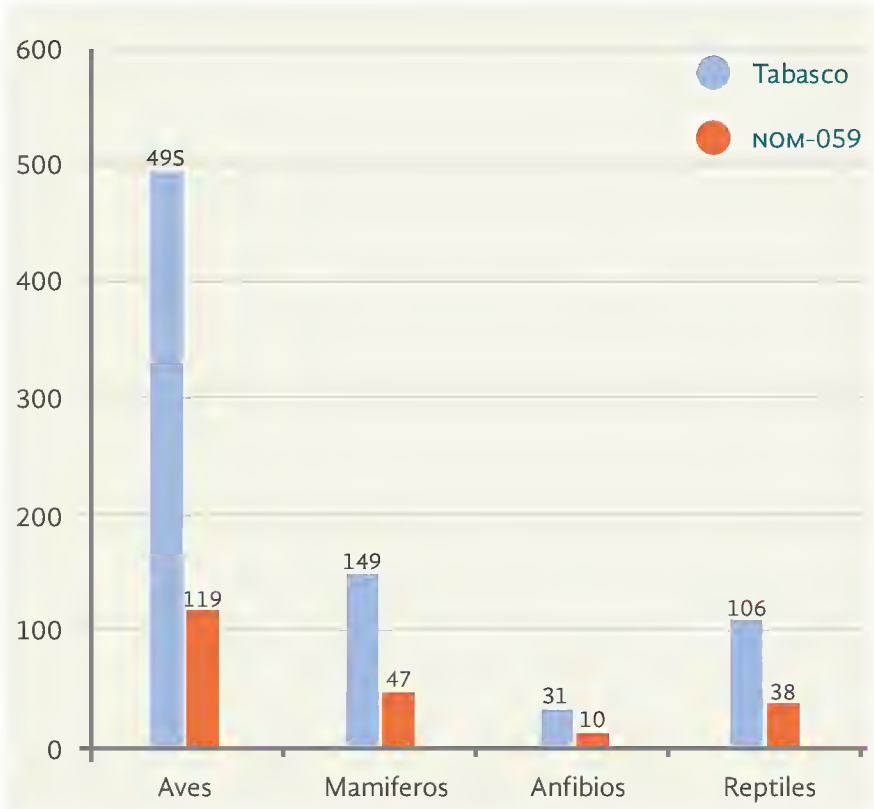


Figura 3. Número de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en relación con la diversidad de especies registrada para cada grupo taxonómico. Fuente: elaboración propia.

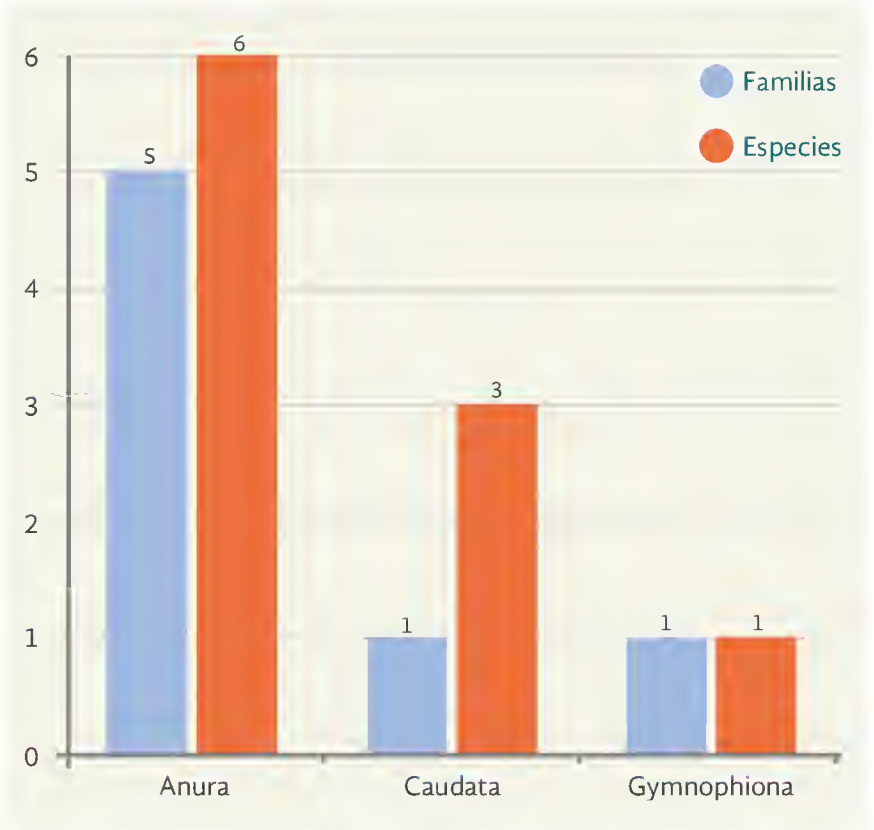


Figura 4. Número de familias y especies de anfibios protegidos en los diferentes órdenes enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: elaboración propia.

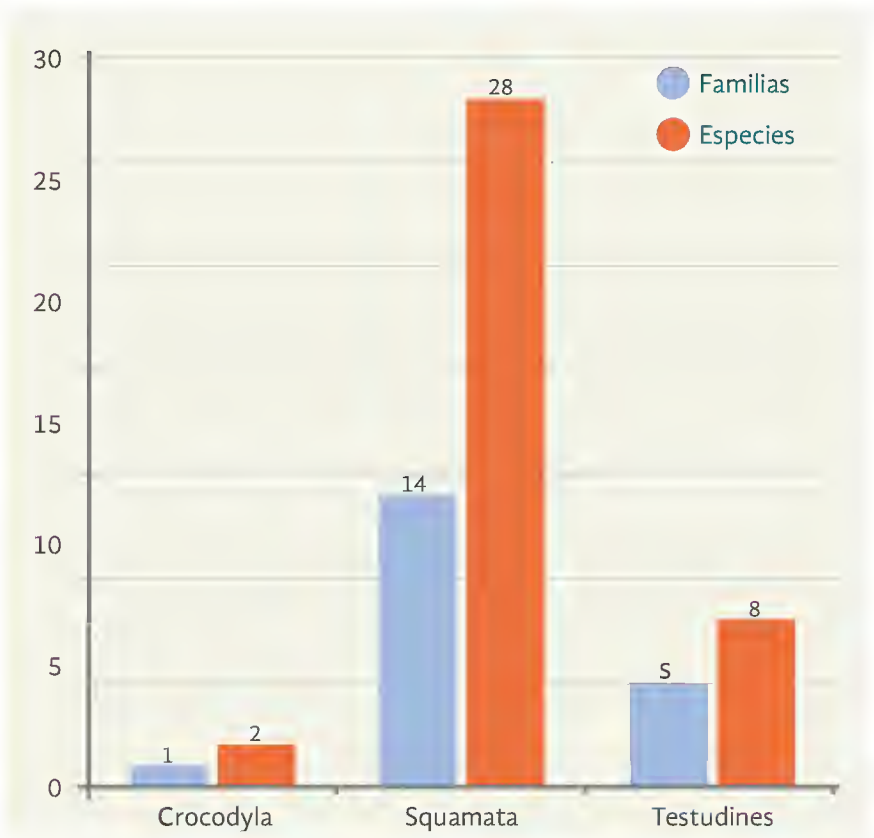


Figura 5. Número de familias y especies de reptiles protegidos en los diferentes órdenes enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: elaboración propia.

Situación actual de las especies protegidas

Las especies protegidas en Tabasco están sujetas a una fuerte presión de las actividades humanas, como la ganadería, agricultura, incendios forestales, cacería, tala clandestina y tráfico de especies. Respecto a la flora del estado, existen especies como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia*

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

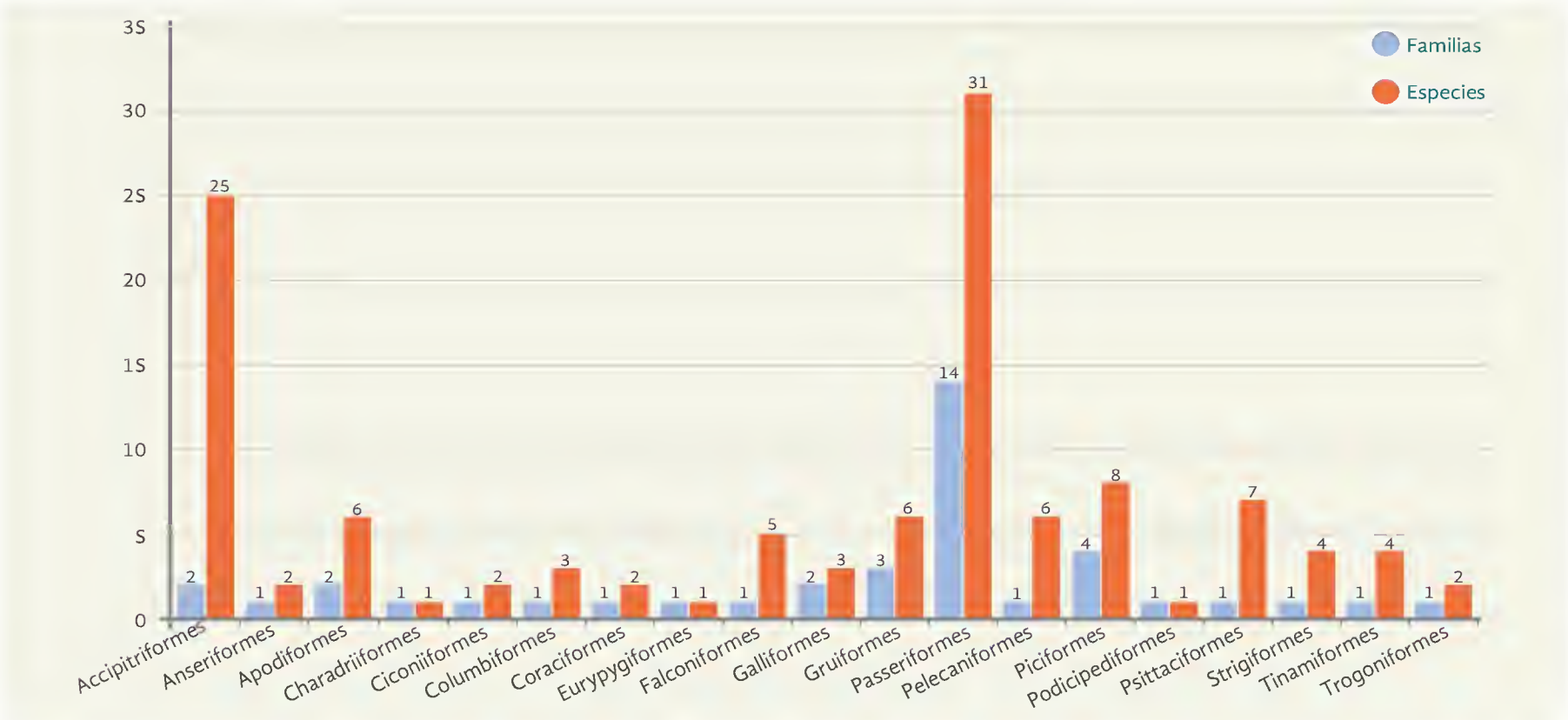


Figura 6. Número de familias y especies de aves protegidas en los diferentes órdenes enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: elaboración propia.

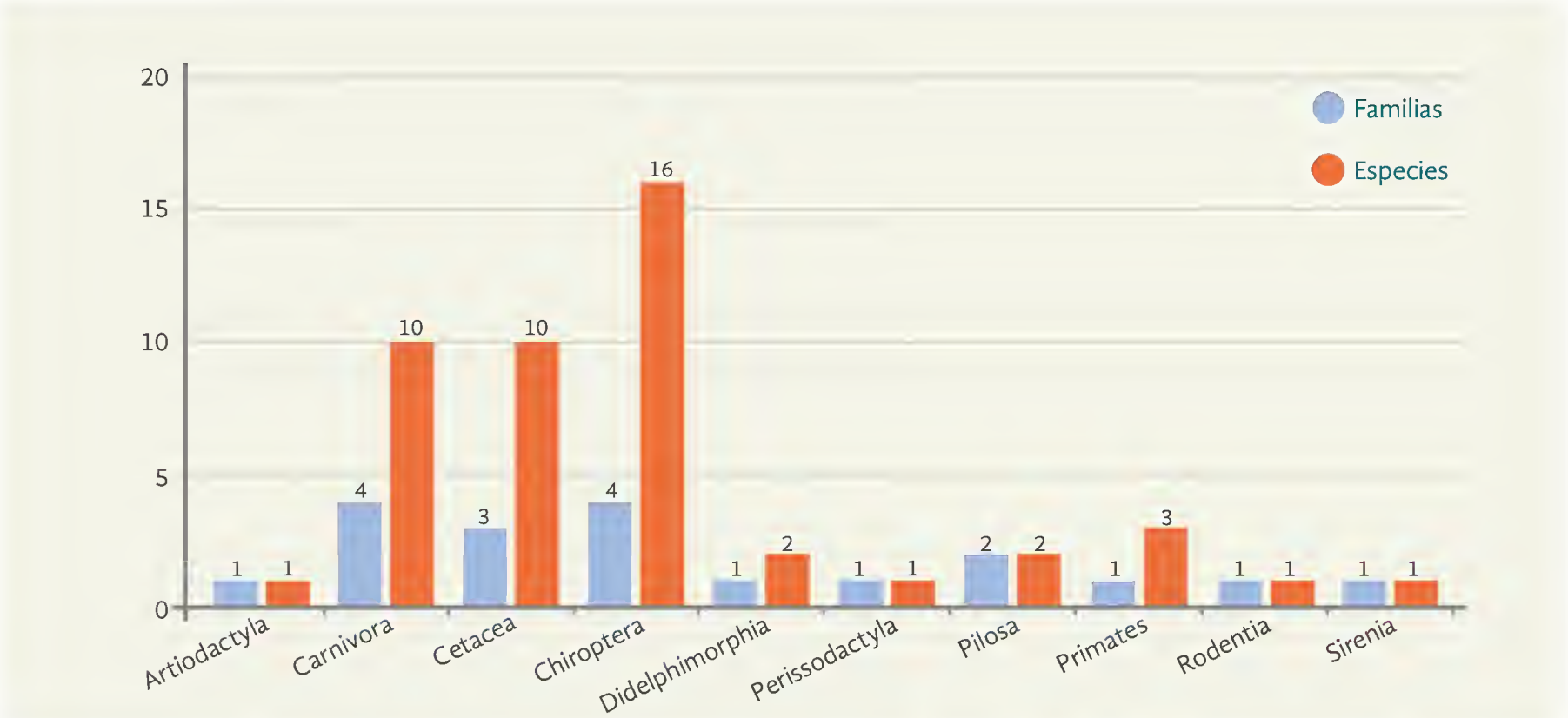


Figura 7. Número de familias y especies de mamíferos protegidas en los diferentes órdenes enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fuente: elaboración propia.

racemosa), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) que, además de estar protegidas por la NOM-059, también cuentan con una normatividad propia, la NOM-022 (SEMARNAT 2003) y se complementan con el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT 2000). Los manglares son importantes por la función que desempeñan en la ecología de las zonas costeras; además, proporcionan bienes y servicios a las poblaciones humanas y este tipo de ecosistemas son muy diversos debido a la asociación compleja entre su flora y fauna (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1999). A pesar de ello, estas especies siguen siendo explotadas de forma ilegal para fabricar carbón, y amenazadas por actividades como la agricultura, ganadería e industria petrolera (De la Cruz 2009).

En cuanto a la fauna, es común que especies como el mono araña (*Ateles geoffroyi*) sean cazadas para la venta como mascota o consumo de su carne (Gordillo-Chávez com. pers.); reptiles como las tortugas de agua dulce, la iguana verde (*Iguana iguana*) o el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) son utilizados como mascotas

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

o alimento (Pérez-Sánchez *et al.* 2006), mientras que reptiles como el falso coral (*Lampropeltis triangulum*) son eliminados por considerarlos erróneamente como venenosos (Valdez-Leal com. pers.). Algunas aves, como el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), son perseguidos para venderse como mascota; en otros casos especies como el ocofaisán (*Crax rubra*) son comúnmente cazadas para alimento.

Algunas especies han sido reportadas en los años 1950-1960 en la literatura para Tabasco, como el tapir (*Tapirus bairdii*), puma (*Puma concolor*) y pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), y enlistadas hace 10 años por autores como Sánchez-Hernández *et al.* (2005). Las aves como la guacamaya roja (*Ara macao*) fue reportada por Cháble-Santos *et al.* (2005). Las investigaciones más recientes acerca de la diversidad de fauna en el estado, no muestran las especies mencionadas presentes; tal vez han desaparecido del territorio tabasqueño debido a la pérdida del hábitat o a que sus poblaciones son muy pequeñas en condiciones naturales.

Recomendaciones

Dada la situación que prevalece en el estado y la falta de estudios recientes, se considera que las acciones de conservación deben enfocarse a completar las listas de flora y fauna en áreas donde no existen datos, así como iniciar estudios ecológicos a nivel de paisaje en busca de corredores biológicos (véase El Corredor Biológico Mesoamericano, en esta obra). Por otro lado, es importante emprender estudios poblacionales en algunas especies como pequeños felinos, nutria, loros cabeza amarilla, cocodrilo de pantano, tortugas de agua dulce, entre otros, que permitan conocer su estado poblacional actual, así como la búsqueda de alternativas para los pobladores de las zonas rurales que permitan hacer un mejor uso de estos recursos.

Referencias

Arriaga-Weiss, S.L., S. Calme y C. Kampichler. 2008. Bird communities in rainforest fragments: guild responses to habitat variables in Tabasco, Mexico. *Biodiversity Conservation* 17:173-190.

Barragán-Vázquez, M. 2006. Anfibios y reptiles de dos ambientes en la sierra de Boca de Cerro, Tenosique, Tabasco, México. *Kuxulkab'* 11(22):65-74.

——. 2007. *Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles de Boca del Cerro Tenosique Tabasco, México*. Tesis de maestría. UJAT, Tabasco.

Barragán-Vázquez, M., C.E. Zenteno, C.L. Solís *et al.* 2010. Herpetofauna asociada a ambientes urbanos y suburbanos de Villahermosa, Tabasco, México. *Kuxulkab'* 16 (30):19-26.

Bello-Gutiérrez, J. 2004. Mamíferos del estado de Tabasco: diversidad y especies amenazadas. *Kuxulkab'* 9(18):5-9.

Castro-Luna, A. 1999. *Contribución al conocimiento de los murciélago (Mammalia: Chiroptera) del parque estatal "Agua Blanca" Macuspana, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Chablé-Santos, J., P. Escalante-Pliego y G. López-Santiago. 2005. Aves. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 261-282.

Coronel, D.M. 2014. *Diversidad y composición de la comunidad de aves rapaces diurnas en la planicie costera tabasqueña*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Cowan, C.P. 1983. *Listados florísticos de México I. Flora de Tabasco*. Instituto de Biología-UNAM, México.

De la Cruz, B.F. 2009. *Dinámica espacio-temporal de la cubierta vegetal del manglar en el Delta Grijalva-Usumacinta, municipio de Centla, Tabasco (1984-2008)*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

De la Cruz-Felix, H.K. 2004. *La comunidad de mamíferos en áereas forestales con diferentes historias de incendios en Boca del Cerro, Tenosique Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

García-Morales, R. 2008. *Diversidad alfa, beta y gamma de murciélagos del Parque Estatal la Sierra, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

García-Morales, R., E.J. Gordillo-Chávez, J. Valdez-Leal y C.J. Pacheco-Figueroa. 2014. Las áreas natural protegidas y su papel en la conservación de los murciélagos del estado de Tabasco, México. *Therya* 5(3):725-736.

Gordillo-Chávez, E.J. 2007. *Los mamíferos terrestres del Parque Estatal la Sierra, Tabasco, registrados por cinco métodos de muestreo*. Tesis de licenciatura en ecología. DACBiol-UJAT, Tabasco.

——. 2011. Profesor investigador de la UJAT. Comunicación personal, noviembre.

Guadarrama, A. y G. Ortíz. 2000. Análisis de la flora de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15(30):67-104.

Guzmán, A.C. 2004. *Mastofauna de Boca del Cerro Tenosique, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Guzmán, N.L. 2011. *Herpetofauna de dos áreas ecoturísticas con diferente grado de perturbación en el parque estatal "La Sierra", Tacotalpa, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Ibarra, A.C., S. Arriaga y A. Estrada. 2001. Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 17(37):101-112.

Jesús, M.J.C. 2000. *Estado actual de los estudios de quirópteros en Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

López, M.S. 2014. *Riqueza y diversidad de la herpetofauna en manglares con diferente grado de perturbación en el estado de Tabasco, México*. Tesis de maestría. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Magaña-Alejandro, M.A. 2006. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas de Tabasco*. UJAT, Tabasco.

Marcelo, G.E. 2015. *Mortalidad de anfibios y reptiles por colisiones con vehículos, en un tramo de la Carretera Federal 180, Frontera-Cd. del Carmen, Tabasco, México*. Tesis de maestría. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Méndez, L.E. 2011. *Análisis de la diversidad alfa, beta y gamma en una comunidad de aves en función de la fragilidad ecológica en la planicie tabasqueña*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Mittermeier. R.A. y C. Goesttsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: *México ante los retos de la biodiversidad*. J. Sarukhán y R. Dirzo, (comps.). CONABIO, México, pp. 43-55.

Pérez, A.L., M.S. Sousa, A.M. Hanan *et al*. 2005. Vegetación terrestre. En: *Biodiversidad del estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 65-110.

Pérez-Sánchez, E.F. Rodríguez, C. Zequerira *et al*. 2006. Las comunidades del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Kuxulkab'* 11(22):29-34.

Reynoso-Rosales, V.H., F. Mendoza-Quijano, C.S. Valdespino-Torres y X. Sánchez-Hernández. 2005. Anfibios y reptiles. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 241-260.

Rodríguez, C.M. 2006. *Propuesta de ecoturismo con aves, en una localidad del municipio de Tacotalpa, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Salazar-Conde, E.C., J. Zavala-Cruz, O. Castillo-Acosta y R. Cámara-Artigas. 2004. Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la sierra el Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Investigaciones Geográficas* 54:7-23.

Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz y C. García-Estrada. 2005. Mamíferos, En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 283-304.

Sánchez, M.A. 2005. Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000. UJAT, Tabasco.

Santiago-Alarcón, D. 2003. Avifauna de dos comunidades de selva baja espinosa de tinto (*Haematoxylon campechianum*) de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Ornitología Neotropical* 14:515-530.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

——. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2002. Publicada el 10 de abril de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 7 de mayo de 2004.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Valdez-Leal, J. 2011. Profesor investigador de la UJAT. Comunicación personal, noviembre.

Villa, R. B., y F.A. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México*. Instituto de Biología-UNAM/Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Yáñez-Arancibia, A. y A.L. Lara-Domínguez. 1999. *Ecosistemas de manglar en América tropical*. Instituto de Ecología A.C./UICN/NOAA, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Acuicultura sustentable del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*)

Gabriel Márquez Couturier, Wilfrido Miguel Contreras Sánchez, Carlos Alfonso Álvarez González, Lenin Arias Rodriguez, Salomón Páramo Delgadillo, Ulises Hernández Vidal, Arlette Amalia Hernández Franyutti y Rafael Martínez García

Introducción

La acuicultura tropical sustentable tiene como objetivo principal producir alimento para consumo humano empleando una o varias especies nativas, al mismo tiempo que genere empleos e ingresos con productos acuícolas típicos y tradicionales, asociados a los usos y costumbres locales. Adicionalmente, busca impulsar la conservación de las especies y del hábitat mediante acciones de restauración y mejoramiento del ambiente.

El cultivo del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) puede ser una actividad productiva de bajo impacto en el ambiente y alto rendimiento por unidad de área, que apoye la conservación de la cultura, etnicidad y arraigo, y mejore el conocimiento empírico regional de los recursos naturales. El conocimiento de su ciclo de vida (figura 1) ilustra las etapas de trabajo que se deben considerar para su producción.

El pejelagarto es un pez de cuerpo alargado y cilíndrico, de color verde olivo en el dorso con manchas de pigmento negro, el vientre es de color claro y todo el cuerpo está cubierto de moco; la boca es alargada con dientes caninos fuertes y curvos hacia el interior; las escamas tienen forma de rombo, duras y cubren

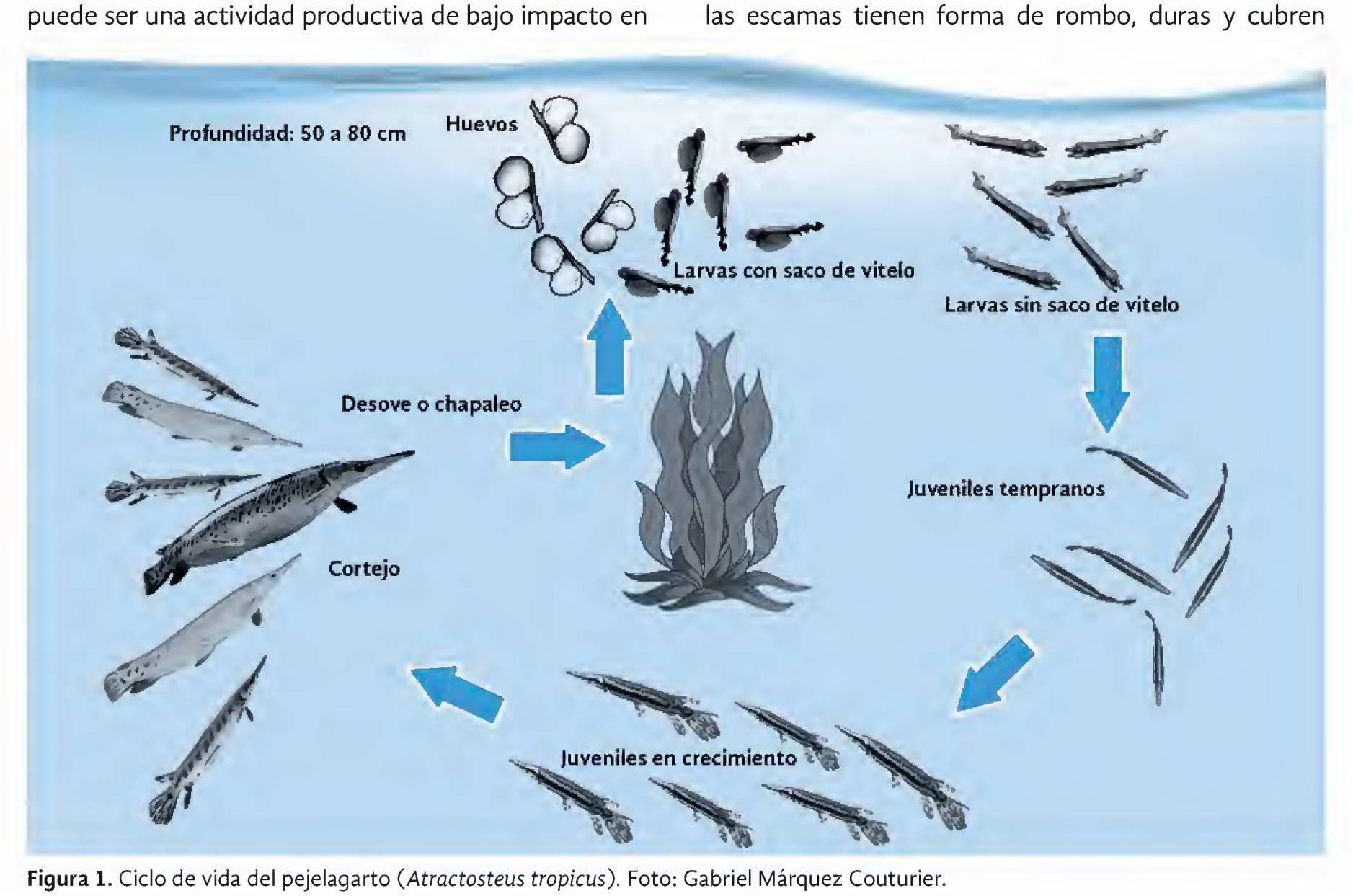


Figura 1. Ciclo de vida del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). Foto: Gabriel Márquez Couturier.

Márquez-Couturier, G., W.M. Contreras-Sánchez, C.A. Álvarez-González, L. Arias-Rodriguez, S. Páramo-Delgadillo, U. Hernández-Vidal, A.A. Hernández Franyutti y R. Martínez García. 2019. Acuicultura sustentable del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 265-270.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

todo el cuerpo; la aleta dorsal y anal muy cerca de la caudal hacen fácil su identificación, y su distribución geográfica es desde el sur de México hasta Costa Rica en Centroamérica (Bussing 2002). En Tabasco, representa una pesquería importante por el valor de su carne, debido a que se consume todo el año.

La acuicultura regional es impulsada mediante el cultivo de la mojarra tilapia (*Oreochromis niloticus*), que es originaria de África, con inversiones anuales de varios millones de pesos en el establecimiento de granjas acuícolas y la acuicultura de fomento. En Tabasco se han sembrado millones de alevines (pequeños juveniles) de tilapia en lagunas continentales, pero no se consideran los impactos ambientales a escala local. Se conocen los efectos negativos de especies introducidas e invasoras como tilapias (*Oreochromis niloticus*), pez diablo (*Plecostomus* sp.) y carpas (*Ctenoparingodon idella*), y se sabe que se requieren inversiones millonarias para su erradicación y control.

En las inundaciones del 2007 y 2008, miles de tilapias llegaron de forma accidental a lagunas y ríos de Tabasco, por lo que la producción pesquera alcanzó un volumen de 2 764.7 t en el 2009, cifra 10 veces superior a la producción bajo cultivo en las unidades de producción acuícola, que fue de 282.2 t (SAGARPA 2012). En ese mismo año el volumen de captura de pejelagarto fue de 289.2 t, que disminuyó 30% en comparación con la producción del 2007 (cuadro 1).

La mayor abundancia de pejelagarto se encuentra en los municipios Centla, Jonuta y Macuspana (forman parte de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla), que aportaron 80% de la captura anual en los últimos 30 años y sus poblaciones han disminuido de manera paulatina. Se calcula que en los últimos 20 años, la pesca contribuyó notablemente a reducir las poblaciones silvestres de pejelagarto (Márquez 2002) sin lograr recuperarse y, en algunos sitios, han desaparecido. Un ejemplo de este proceso de deterioro es la escasa captura reportada en los municipios Centro, Nacajuca y Jalpa de Méndez, los cuales ocupaban el cuarto lugar de producción por pesca en los años ochenta y eran proveedores de pejelagartos para el mercado público Pino Suárez, en la capital del estado.

Estado del conocimiento científico y tecnológico del pejelagarto

En la última década se desarrollaron las investigaciones científicas fundamentales para el éxito de la reproducción controlada en cautiverio (Gómez y Márquez 2000, Hernández 2002, Martínez 2007, Méndez 2008, Hernández 2009, Márquez 2009, Aguilar 2010), así como estudios sobre requerimientos nutricionales, alimentación, densidad, actividad enzimática y estrategias de alimentación en larvas, juveniles y adultos (Hernández *et al.* 2000, Aguilera *et al.* 2002, Escobar y Márquez 2004, Ramón *et al.* 2004, Rivera y Márquez 2004, Aguilera *et al.* 2005, Iracheta 2006, Márquez *et al.* 2006, Jesús 2008, Frías 2009, Huerta-Ortiz *et al.* 2009). En paralelo, se llevaron a cabo cultivos experimentales (Ramos *et al.* 2000, López *et al.* 2005, Márquez *et al.* 2006, Álvarez-González *et al.* 2007*a*) y, recientemente, el cultivo comercial fue realizado en estanques en el municipio Comalcalco por la Sociedad de Producción Rural Otot-Ibam, el cual tuvo resultados favorables en crecimiento y supervivencia (Márquez 2011).

Los conocimientos fueron transferidos a beneficiarios sociales y privados, en los municipios Centro, Nacajuca, Huimanguillo, Paraíso, Comalcalco, Jonuta y Emiliano Zapata (Márquez 2000, González 2006, Álvarez-González *et al.* 2007*b*, Rodríguez 2008, Márquez 2009); así como a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Gómez 2009) y, a escala internacional en Costa Rica (Márquez *et al.* 2008), Cuba y Estados Unidos. Cada dos años se actualiza el seguimiento en los avances acerca de la biología y cultivo mediante la participación de productores y científicos en la reunión de la Red Internacional de Investigadores en lepisosteidos. A pesar de los avances en la generación de conocimientos y prácticas para cultivar pejelagarto, la inversión en infraestructura, equipamiento, capacitación y puesta en marcha de proyectos acuícolas puede ser insuficiente

Cuadro 1. Producción pesquera por especie de las organizaciones sociales en la entidad (2001 a 2011).

Especies	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Tilapia	9 925.0	6 045.7	4 205.7	3 792.2	2 224.2	3 118.3	4 556.6	2 506.8	2 764.7	1 478.2	2 592.3
Tilapia (cultivo)	12.5	40.2	86.8	207.4	60.0	314.0	230.5	126.5	282.2	458.9	518.8
Carpa herbívora	1 556.7	1 408.9	1 404.1	1 033.0	754.1	864.4	1 204.6	1 081.1	1 076.5	1 076.9	1 320.1
Pejelagarto	179.7	106.2	139.2	160.0	212.2	428.0	415.3	295.0	289.2	286.5	577.1

Fuente: SAGARPA 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para evitar que el pejelagarto ingrese a la lista de peces amenazados o en peligro extinción. No se debe perder de vista que la reducción de las poblaciones silvestres fue la antesala de las especies que hoy están extintas.

Perspectivas sobre la acuicultura tropical sustentable con pejelagarto

El pejelagarto es ideal para la acuicultura tropical sustentable porque crece rápido, logra vivir con escaso oxígeno disuelto en el agua, tolera altas densidades en todas las etapas de su cultivo y, a pesar de que es carnívoro, se adapta al consumo de alimento balanceado; además, puede cultivarse con otros peces nativos: varias especies de topotas del grupo de los poecilidos (*Poecilia* spp., *Gambusia* spp.), topen prieto (*Dormitator maculatus*), sardinas (*Astianax* spp.), mojarras popaleras o criollitas (*Cichlasoma helleri*) que sirven como presas y son su alimento natural en condiciones silvestres. Este tipo de policultivo reduce los costos de producción en la engorda, etapa que representa el mayor costo de inversión (alimento). El pejelagarto es resistente a enfermedades por la mucosidad de su cuerpo y escamas duras.

En cautiverio, se pueden reproducir de mayo a diciembre, con lo que se amplía la temporada natural de reproducción (agosto) e incrementa la disponibilidad de alevines más meses. El canibalismo se presenta durante los primeros 45 días, en la etapa de cría de larvas y el alevinaje; pero en bajo porcentaje, menos de 35% de mortalidad. La carne de pejelagarto es blanca y consistente, de alto valor nutricional para el consumo humano (cuadro 2).

La carne de pejelagarto contiene más de 80% de proteína, es de alta calidad si se compara como harina contra otras materias primas (cuadro 3), y aporta aminoácidos esenciales para el metabolismo: arginina, metionina, histidina, leucina, isoleucina, lisina, fenilalanina, tirosina, treonina, entre otros (cuadro 4).

De acuerdo con el Servicio de Sanidad Animal de la República Argentina (SENASA), la composición química determina la calidad de la harina y permite clasificarla en categorías. La de carne de pejelagarto sería ubicada entre los productos de primera calidad, ya que debe contener no menos de 60% de proteína, no más de 10% de humedad y no más de 8% de grasa (García *et al.* 2007).

Para impulsar y consolidar esta actividad es necesario fortalecer financieramente la cadena de producción, con industrias paralelas como fábricas de alimentos balanceados y programas agropecuarios para proveerles de ingredientes básicos: harina de maíz, sorgo, sangre bovina y hueso, pasta de coco, aceite de pescado, así como subproductos de cerdo y pollo, por mencionar algunos. Se requieren empresas que fabriquen equipos acuícolas impulsados por energía alternativa, y es necesaria la promoción para el desarrollo, crecimiento y consolidación de la acuicultura tropical sustentable con pejelagarto.

Cuadro 2. Composición proximal de la carne/músculo de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*) silvestre y cultivado (porcentaje expresado en base seca).

Materia prima	Humedad (%)	Proteína (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	ELN (%)
Músculo de pejelagarto silvestre	5.68 ± 0.08	82.85 ± 0.14	7.12 ± 0.06	0.18 ± 0.02	5.10 ± 0.06	4.75
Músculo de pejelagarto cultivado	5.97 ± 0.06	83.01 ± 0.18	2.60 ± 0.02	0.16 ± 0.01	6.11 ± 0.07	8.11

ELN: extracto libre de nitrógeno. Fuente: Márquez *et al.* 2009a, b.

Cuadro 3. Comparación de la composición proximal de harinas producidas de manera mono específica, considerando que la materia prima utilizada tiene más de 50% de una especie.

Materia prima	Humedad (%)	Proteína (%)	Extracto etéreo (%)	Cenizas (%)
Harina de carne de pejelagarto	5.6	82.0	5.1	4.7
Harina de merluza chilena	7.0	61.5	5.9	27.8
Harina de merluza argentina	8.0	54.3	14.0	24.4
Harina de anchoveta	8.0	65.3	7.1	15.0
Harina de arenque	8.0	72.7	8.5	10.1
Harina menhaden	5.0	67.7	10.7	21.5

Fuente: Márquez *et al.* 2009a, b.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Comparación del porcentaje de aminoácidos de distintas harinas de pescado.

Aminoácidos	Harina de pejelagarto (%)	Harina de anchoa (%)	Harina menhaden (%)	Harina de sardina Pilchard (%)
Arginina	6.61	3.81	3.58	3.25
Metionina	3.09	1.95	1.63	1.95
Histidina	2.89	1.59	1.42	1.88
Leucina	10.05	4.98	4.16	4.47
Isoleucina	4.78	3.06	2.28	3.09
Lisina	21.77	5.07	4.51	5.55
Fenilalanina	5.40	2.75	2.21	2.34
Tirosina	2.82	2.22	1.8	2.29
Treonina	4.10	2.82	2.46	2.70
Valina	4.4	3.46	2.77	3.64
Glicina	6.41	3.68	4.46	-
Serina	2.86	-	-	-
Cisteina	-	0.65	0.57	0.76
Triptofano	-	0.78	0.49	0.54
Alanina	6.61	-	-	-
Aspártico	8.87	-	-	-
Glutámico	16.58	-	-	-

Fuente: Márquez *et al.* 2009a, b.

En Tabasco fueron capacitadas distintas agrupaciones rurales en el cultivo completo del pejelagarto, de los municipios Centla, Centro, Comalcalco, Jonuta, Macuspana y Paraíso, donde existe infraestructura, recursos humanos y disponibilidad natural de la especie para desarrollar y consolidar el cultivo completo. En Centla se cultivaron en jaulas flotantes y estanques de geomembrana circulares; en Centro, Comalcalco y Macuspana, se utilizaron jaulas flotantes, lagunas artificiales, jagüeyes y estanques de cemento. En los distintos sistemas de producción, fue similar el crecimiento y rendimiento, pero los ejemplares más grandes se obtuvieron de estanques en policultivo, debido a que los pejelagartos son carnívoros y sus presas fueron pequeños juveniles de las otras especies de peces (Márquez *et al.* 2010).

Estrategias para la conservación biológica del pejelagarto

La conservación biológica es factible cuando se lleva a cabo a nivel de ecosistema, en la que las diferentes interacciones entre especies mantienen un equilibrio de largo plazo y se disminuyen las alteraciones a su hábitat con lo que se logra la recuperación natural y se adapta a los cambios en tiempos relativamente cortos. En este sentido, las áreas naturales protegidas (ANP) del estado son sitios donde se pueden aplicar estrategias de conservación, como la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, por tener la mayor superficie territorial (302 706 ha), así como las reservas y parques ecológicos, como la Laguna de la Ilusiones (198.4 ha), el Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka´(2 009.8 ha), la laguna La Lima (2 ha), la laguna del Camarón (34.9 ha) y la laguna El Negro (14.8 ha), de acuerdo con Rodríguez (2002).

Cabe destacar cinco acciones concretas entre las estrategias de conservación del pejelagarto en las ANP:

1. Restaurar poblaciones silvestres en sitios con poblaciones reducidas o extirpadas.
2. Sensibilizar sobre el valor de la conservación y educación ambiental a la población rural y urbana.
3. Administrar recursos naturales con vedas permanentes y temporales; cuotas de captura por día, temporada y año; peso y talla de aprovechamiento; liberación de adultos, así como establecer sitios sin pesca.
4. Mejorar los sitios de desove y reclutamiento de ejemplares jóvenes.
5. Llevar a cabo acuicultura tropical sustentable con pejelagarto como alternativa productiva.

La conservación a nivel de ecosistema contribuiría en el desarrollo presente y futuro de las poblaciones silvestres de pejelagarto, y se mantendría la variabilidad genética de la especie que le ha permitido sobrevivir más de 70 millones de años (Wiley 1976). La acuicultura sustentable del pejelagarto brinda la oportunidad de producir alimentos con buenas prácticas acuícolas que cubran las normas oficiales de sanidad e inocuidad alimentaria, lo que contribuye a disminuir la presión de la pesca acerca de las poblaciones silvestres y a conservar esta especie en los ecosistemas naturales de Tabasco en beneficio de los usos y costumbres locales para las futuras generaciones.

Referencias

Aguilar, T.F. 2010. *Sincronización del desove del pejelagarto Atractosteus tropicus en condiciones de laboratorio*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Aguilera, L., R. Mendoza, G. Márquez e I. Iracheta. 2005. Alligator gar *Atractosteus spatula* larval development and early conditioning to artificial diets. En: *Memories of Aquaculture America 2005*. Nueva Orleans.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Aguilera, L., R. Mendoza, G. Rodríguez y G. Márquez. 2002. Morphological description of alligator gar and tropical gar larvae on emphasis on growth indicator. *Transactions of the American Fisheries Society* 131(5):899-909.

Álvarez-González, C.A., W. Contreras, K. Castillo *et al*. 2007a. Evaluation of commercial diets on tropical gar *Atractosteus tropicus* growth. En: *Memories of Aquaculture America 2007*. Texas.

Álvarez-González, C.A., G. Márquez-Couturier, W.M. Contreras-Sánchez y W. Rodríguez-Valencia. 2007b. Estrategia para el uso sustentable de los recursos pesqueros en Boca de Chilapa, Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco: establecimiento de una planta de producción de peces nativos, pejelagarto, tenguayaca y castarrica. En: *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*. G. Halfter, S. Guevara y A. Melic (eds.). Sociedad Entomológica Aragonesa, España, pp. 197-205.

Bussing, W.A. 2002. *Peces de las aguas continentales de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, San José.

Escobar, C.L. y G. Márquez. 2004. Evaluación de la biomasa de *Artemia* congelada en primera alimentación de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: *IX Congreso Nacional de Zoología*. Villahermosa.

Frías, C.A. 2009. *Diseño de alimentos microparticulados para larvas del pejelagarto Atractosteus tropicus, Gill 1863*. Tesis de maestría. UJAT, Tabasco.

García, T., H. Villareal y J. Fenucci. 2007. Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones marinos. Universidad Nacional del Mar de Plata, Argentina.

Gómez, M.A. 2009. *Diseño y operación de un laboratorio de producción de juveniles de pejelagarto (Atractosteus tropicus Gill, 1863) en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México*. Tesis de licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.

Gómez, J.A. y G. Márquez. 2000. Inducción al desove del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill 1863) mediante la aplicación de OVAPRIM-C. En: *Memoria de la semana de divulgación y video científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. UJAT, Tabasco.

González, A.E. 2006. *Diseño y operación de un laboratorio de producción de alevines de pejelagarto Atractosteus tropicus (Gill 1863) en el municipio de Comalcalco, Tabasco, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Hernández, V.U. 2002. *Identificación del sexo y evaluación de la inducción hormonal en el pejelagarto Atractosteus tropicus*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Hernández, G.S. 2009. *Inducción al desove del pejelagarto Atractosteus tropicus mediante el uso de implantes hormonales GnRH-a*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Hernández, U., G. Márquez, A. Mcdonal y G. Morales. 2000. Fases de alimentación de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: *Memoria de la semana de divulgación y video científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. UJAT, Tabasco.

Huerta-Ortiz, M., C.A. Álvarez, G. Márquez *et al*. 2009. Sustitución total de aceite de pescado con aceite vegetal en larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. *Kuxulkab´* 15(28):51-58.

Iracheta, T.I. 2006. *Determinación de las principales enzimas digestivas y efecto de diferentes regímenes alimenticios en larvas de pejelagarto (Atractosteus tropicus)*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Jesús, C.R. 2008. *Relación proteína-energía en juveniles de pejelagarto (Atractosteus tropicus) empleando dietas semipurificadas*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

López, S.D., G. Márquez, W. Contreras y C. Álvarez. 2005. Evaluation of commercial diets on growth and survival of tropical gar *Atractosteus tropicus* juveniles in captivity. En: *Memories of Aquaculture America 2005*. Nueva Orleans.

Márquez, G. 2000. Biología y tecnología para el cultivo del pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el sureste de México. En: *Redes nacionales de investigación en acuicultura. Memorias de la IV Reunión*. P. Álvarez, M. Guzmán, S. Contreras y A. Silva (eds.). SEMARNAP/INAPESCA, México, pp. 265-267.

——. 2002. Estudio poblacional y estrategias para el uso sostenible del recurso pejelagarto *Atractosteus tropicus* en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Informe final. Fondo de investigación para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla/UJAT, Tabasco.

——. 2009. Restauración de la capacidad de producción de pejelagarto en Comalcalco, Tabasco. Informe técnico MEX/SGP/OP4/RAF/07/03 Programa de Pequeñas Donaciones/FMAM/PNUD-Yokochan Ibam, México.

——. 2011. Producción por acuicultura sustentable de pejelagarto en Comalcalco, Tabasco. Informe técnico MEX/SGP/OP4/Y3/RAF/2009/22 Programa de Pequeñas Donaciones/FMAM/PNUD-Otot Ibam, Tabasco.

Márquez, G., C. Álvarez, W. Contreras *et al*. 2006. Avances en la alimentación y nutrición del pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: *VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.

Márquez, G., C.A. Álvarez, M. Protti y A. Monge. 2008. Avances en la transferencia tecnológica para el cultivo del pejelagarto en Costa Rica. *Agroregion* 2(1):27-28.

Márquez, G., C.A. Álvarez y C.J. Vázquez. 2009a. Valor nutricional de la carne y harina de pejelagarto. Primera parte. *Agroregion* 2(25):34-35.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

——. 2009b. Valor nutricional de la carne y harina de pejelagarto. Segunda parte. *Agroregion* 2(28):24-25.

Márquez, C.G., C.J. Vázquez, I.C. Olive *et al.* 2010. Strategies for the comercial pilot scale culture of tropical gar (*Atractosteus tropicus*). En: *Memories of the III International Network for Lepisosteid Fish Research and Management*. Nicholls State University, Louisiana.

Martínez, G.R. 2007. *Ciclo anual de la vitelogenina plasmática en pejelagarto Atractosteus tropicus*. Tesis de licenciatura. UJAT, Tabasco.

Méndez, M.O. 2008. *Estudio morfológico del ciclo ovárico y testicular del pejelagarto Atractosteus tropicus en el estado de Tabasco*. Tesis de maestría. UJAT, Tabasco.

Ramón, F., G. Márquez y W. Contreras. 2004. Frecuencia de alimentación y su efecto sobre el desarrollo, crecimiento y supervivencia de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: *Memorias del IX Congreso Nacional de Ictiología*. Villahermosa.

Ramos, M.A., G. Márquez y S. Páramo. 2000. Evaluación de la densidad de carga en el crecimiento y la supervivencia de juveniles del pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), en jaulas flotantes. En: *Memoria de la semana de divulgación y video científico de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. UJAT, Tabasco.

Rivera, Y. y G. Márquez. 2004. Efecto de la densidad en el crecimiento y supervivencia en el cultivo de larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Gill 1863) bajo condiciones de laboratorio. En: *Memorias del IX Congreso Nacional de Ictiología*. Villahermosa.

Rodríguez, R.E. 2002. *Las lagunas continentales de Tabasco*. Colección José Narciso Rovirosa. UJAT, Tabasco.

Rodríguez, V.W. 2008. *Estudio socioeconómico y técnico para el cultivo de crías de pejelagarto (Atractosteus tropicus) en la ranchería Boca de Chilapa, Centla, Tabasco*. Tesis de licenciatura. DACBiol-UJAT, Tabasco.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2012. Estadísticas de la producción pesquera por especies 1990-2011. SAGARPA-Delegación Estatal en Tabasco, México.

Wiley, E.O. 1976. *The phylogeny and biogeography of fossil and recent gars (Actinopterygii: Lepisosteidae)*. University of Kansas, Estados Unidos.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka': área de oportunidad para la conservación de especies nativas

Blanca Cecilia Priego Martínez

Introducción

En 1987 se declaró en Tabasco un área natural protegida (ANP) conformada por 101 ha, cuyas características ecológicas permiten conservar importantes ecosistemas característicos del estado: una sección de selva mediana subperennifolia y una laguna interior (figura 1). En un estudio hecho por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT 1988) se determinó que en el interior de dicha ANP se albergan 452 especies, de las cuales 208 son plantas fanerógamas, cinco pteridofitas o helechos, 53 hongos, 56 insectos, ocho moluscos, 15 peces, cinco anfibios, 11 reptiles, 77 aves y 14 mamíferos silvestres.

Esta área, clasificada como reserva ecológica, recibió el nombre de Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza (CICN) Yumka', que en maya-chontal quiere decir "duende que cuida la selva". La reserva se concibió como un centro demostrativo para la concientización y el esparcimiento de la sociedad; abrió sus puertas el 23 de mayo de 1993 para promover la conservación de especies y sus ecosistemas mediante la educación e interpretación ambiental.

Educación ambiental

El CICN Yumka' es un lugar idóneo para sensibilizar y despertar el interés por la protección de los recursos naturales de la región: tiene un programa de educación ambiental no formal que consiste en hacer recorridos guiados por médicos veterinarios, biólogos, ecólogos, licenciados en turismo y en idiomas, que acompañan al visitante en senderos interpretativos promoviendo el conocimiento de la flora y fauna de estos ecosistemas, sus procesos ecológicos, así como el tipo de alimentación y periodos de gestación de las especies que ahí se encuentran bajo protección y cuidado.

También se llevan a cabo talleres infantiles y cursos de verano en los que se fomentan comportamientos respetuosos con el ambiente y con todos los seres vivos; asimismo, se incentiva la cooperación y la solidaridad entre los niños (figuras 2 y 3).

Se presta atención especial a personas con capacidades diferentes, como los invidentes, para que puedan apreciar la biodiversidad mediante diferentes subproductos de la fauna como pieles, astas, cuernos, cráneos, huevos, huellas y plumas, así como con diversos tipos de semillas con diferentes texturas y olores.

Adicionalmente, se participa de manera complementaria en la difusión de la riqueza biológica de la región, en todo tipo de eventos a escala estatal o nacional, como la feria del estado y diferentes congresos, así como a través del sitio oficial www.yumka.org (CICN Yumka' 2012).

Se ha buscado actualizar y capacitar al personal educativo mediante proyectos sometidos y aprobados por el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), lo que ha permitido la implementación de seis cursos de educación ambiental (figura 4).

Colección zoológica

Concebido este centro como un área de esparcimiento, existe una lista de aproximadamente 820 ejemplares de animales que corresponden a 127 especies de fauna (124 de ellas identificadas; apéndice 42), los cuales conforman la colección zoológica de las áreas de exhibición. Algunos ejemplares están confinados y otros se mantienen en semi-libertad; 78 especies son nativas, 46 exóticas y tres no determinadas. En el cuadro 1 se enlistan las 38 especies que se encuentran en

Priego Martínez, B.C. 2019. Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka': área de oportunidad para la conservación de especies nativas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 271-276.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

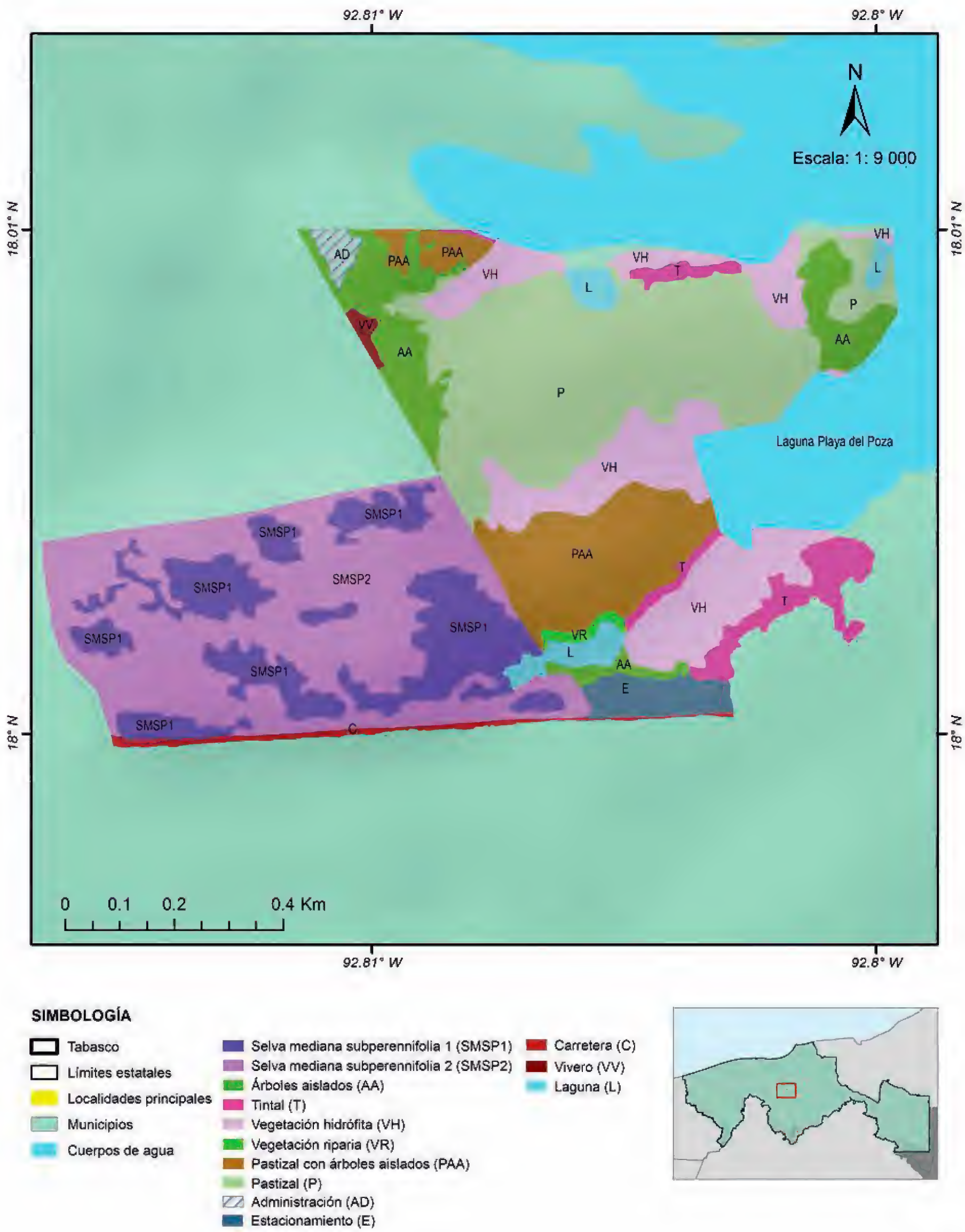


Figura 1. Localización del Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka'. Fuente: Sánchez-Pérez 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Niño alimentando a manatíes durante el curso de verano. Foto: Andrés Arturo Sánchez González.

Figura 3. Sensibilización de niños acerca de la conservación de los anfibios. Foto: Andrés Arturo Sánchez González.

Figura 4. Curso de diseño de materiales impresos para la educación ambiental. Foto: Andrés Arturo Sánchez González.

alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010). Antes de su apertura al público, el gobierno del estado decidió establecer un área de sabana de 22 ha a un costado del relicto de selva para establecer especies exóticas que sirvieran de atractivo adicional para los visitantes. Entre éstas se encuentran elefantes (*Loxodonta africana*), gaures (*Bos gaurus*), jirafas (*Giraffa camelopardalis reticulata*) y rinocerontes (*Ceratotherium simun*). Con el transcurso del tiempo, esta área de sabana ha ido colonizándose con algunas especies locales, como la iguana negra (*Ctenosaura similis*) y algunas especies de aves.

Investigación

En el estudio hecho por la UJAT (1988) se determinó que el relicto de selva mediana subperennifolia, de aproximadamente 33 ha, estaba dominado por ramón (*Brosimum alicastrum*) y luín (*Ampelocera hotleii*), además de varias palmas de corozo (*Attalea butyracea*). Vázquez-Negrín (2012) realizó un estudio más profundo en un sector de 2 500 m^2 de esta área (0.25 ha) y encontró 89 especies arbóreas que se ubican en 19 familias, las cuales se distribuyen en tres estratos: el estrato bajo, menor de 10 m, en el que la especie más abundante fue el luín (*Ampelocera hottlei*); en el segundo estrato, menor de 20 m, también dominó dicha especie, junto con el corozo (*Attalea butyracea*); y finalmente, el estrato más alto o superior, mayor a 21 m, en el que se localizaron 15 árboles de ramón (*B. alicastrum*), uno de luín (*A. hotleii*) y uno de cedro (*Cedrela odorata*). En el área de sabana se encuentra gran cantidad de árboles de pich (*Enterolobium cyiclocarpum*), y en los márgenes de la laguna predomina el lirio acuático (*Eichornia crassipes*). Existen otros pequeños cuerpos de agua cubiertos de vegetación hidrófita en los que dominan los helechos acuáticos (*Salvinia major*) y, en las orillas, vegetación de jahuacte (*Bactris bacuilifera*; Vázquez-Negrín 2012).

De manera colateral, el CICN Yumka' ha contado con la colaboración de investigadores y estudiantes de la UJAT, quienes han llevado a cabo estudios ahí y han encontrado especies que no habían sido identificadas anteriormente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Lista de especies nativas de fauna de la colección zoológica del CICN Yumka' que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Nombre común	Género	Especie / infraespecie	Nombre científico	NOM-059
Arácnidos					
	Tarántula mexicana de piernas rojas	*Brachypelma*	*emilia*	*Brachypelma emilia*	A
Reptiles					
	Boa	*Boa*	*constrictor*	*Boa constrictor*	A
	Cincuate	*Pituophis*	*deppei*	*Pituophis deppei*	A
	Hicotea	*Trachemys*	*scripta elegans*	*Trachemys scripta subsp. elegans*	Pr
	Mojina	*Rhinoclemmys*	*areolata*	*Rhinoclemmys areolata*	A
	Tortuga	*Apalone*	*spinifera*	*Apalone spinifera*	Pr
	Tortuga del desierto	*Gopherus*	*agassizii*	*Gopherus agassizii*	A
	Pochitoque	*Kinosternon*	*leucostomum*	*Kinosternon leucostomum*	Pr
	Tortuga pecho quebrado de Tabasco	*Kinosternon*	*acutum*	*Kinosternon acutum*	Pr
	Tortuga pecho quebrado escorpión	*Kinosternon*	*scorpioides*	*Kinosternon scorpioides*	Pr
	Guao	*Staurotypus*	*triporcatus*	*Staurotypus triporcatus*	A
	Chiquiguao	*Chelydra*	*serpentina*	*Chelydra serpentina*	Pr
	Tortuga blanca	*Dermatemys*	*mawii*	*Dermatemys mawii*	P
	Taimán	*Claudius*	*angustatus*	*Claudius angustatus*	P
	Iguana	*Iguana*	*iguana*	*Iguana iguana*	Pr
	Iguana negra	*Ctenosaura*	*similis*	*Ctenosaura similis*	A
Aves					
	Flamenco	*Phoenicopterus*	*ruber*	*Phoenicopterus ruber*	A
	Pava cojolita	*Penelope*	*purpurascens*	*Penelope purpurascens*	A
	Pajuil	*Penelopina*	*nigra*	*Penelopina nigra*	P
	Hocofaisán	*Crax*	*rubra*	*Crax rubra*	A
	Guacamaya roja	*Ara*	*macao*	*Ara macao*	P
	Loro	*Amazona*	*albifrons*	*Amazona albifrons*	Pr
	Loro cabeza amarilla	*Amazona*	*oratrix*	*Amazona oratrix*	P
	Loro cabeza azul	*Amazona*	*farinosa*	*Amazona farinosa*	P
	Loro	*Amazona*	*finschi*	*Amazona finschi*	P
	Loro	*Amazona*	*viridigenalis*	*Amazona viridigenalis*	P
	Aracari de collar	*Pteroglossus*	*torquatus*	*Pteroglossus torquatus*	Pr
	Loro cabeza de viejo	*Pionus*	*senilis*	*Pionus senilis*	A
	Perico	*Eupsittula*	*canicularis*	*Aratinga canicularis*	Pr
	Pato de monte	*Cairina*	*moschata*	*Cairina moschata*	P
Mamíferos					
	Mono araña	*Ateles*	*geoffroyi*	*Ateles geoffroyi*	P
	Mono saraguato	*Alouatta*	*palliata*	*Alouatta palliata*	P
	Jaguar	*Panthera*	*onca*	*Panthera onca*	P
	Tigrillo	*Leopardus*	*wiedii*	*Leopardus wiedii*	P
	Martucha	*Potos*	*flavus*	*Potos flavus*	Pr
	Oso hormiguero	*Tamandua*	*mexicana*	*Tamandua mexicana*	P
	Puerco espín	*Coendou*	*mexicanus*	*Coendou mexicanus*	A
	Manatí	*Trichechus*	*manatus*	*Trichechus manatus*	P
Total		**32**	**38/1**		**A= 12, P=15, Pr=11**

NOM-059: A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial, P = en peligro de extinción. Fuente: CICN Yumka´ 2012 y SEMARNAT 2010.

En cuanto a la vegetación, resultados preliminares encontrados por Castillo y Zavala (2010) y Sánchez-Pérez *et al.* (2011) denotan la presencia de especies que corresponden a la selva original, como el jahuacte (*Bactris mexicana*). El hallazgo de estas especies es un indicador de un ambiente adecuado y sano para su desarrollo.

Por otra parte, Cappello-García (2006) llevó a cabo un estudio acerca de los hongos del CICN Yumka´ en el cual se registraron 60 especies, en su mayoría localizadas en el relicto de selva. Heredia-Abarca *et al.* (2006) y Becerra-Hernández *et al.* (2007, 2008) identificaron 99 especies de hongos anamorfos (con multiplicación asexuada) en la selva del Yumka', lo que

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

corresponde a nuevos hallazgos para la microbiota de Tabasco, y 33 especies son las primeras registradas para México.

En lo que se refiere a la fauna, Jiménez *et al.* (2003) actualizaron la lista mastofaunística, y se reportaron 21 especies de mamíferos en la selva. Un estudio reciente hecho por Mandujano-Contreras (2011) reporta 86 especies de aves representadas por 38 familias, siendo Passeriformes el orden mejor representado. Para el grupo de anfibios y reptiles, el trabajo hecho por Lázaro *et al.* (2011) reporta 15 especies de reptiles y cinco de anfibios. Los moluscos (gasterópodos) fueron estudiados por García-Morales *et al.* (2004), quienes señalan 23 registros de especies nuevas para el CICN Yumka', de los cuales tres son nuevos para Tabasco: *Miradiscop* ssp., *Vertigo* sp. y *Gulella bicolor*.

Por su parte, Muñoz *et al.* (2001, 2002) estudiaron el comportamiento de una tropa de monos saraguatos o aulladores (*Allouata palliata*) compuesta por 28 individuos que se encuentran en el relicto de selva, del cual se intenta comprender las adaptaciones de estos primates a la fragmentación y aislamiento de sus hábitats por la actividad humana.

Conclusión y recomendaciones

En el transcurso de 24 años, el CICN Yumka' ha permitido la conservación del relicto de selva mediana subperennifolia, cuya diversidad biológica necesita seguir siendo registrada. Los estudios llevados a cabo han mostrado nuevos registros de especies, por lo que es de suma importancia dar continuidad a proyectos de investigación que permitan conocer de manera precisa la diversidad que existe, así como complementar los inventarios con estudios a distintos niveles, como el genético y el ecológico.

La potencialidad del CICN Yumka' para la conservación de algunas especies nativas que están en riesgo debe ser aprovechada, implementando proyectos que incidan en aspectos tan importantes como la obtención de germoplasma y las estrategias para el manejo eficiente de las especies y comunidades presentes. Su ubicación estratégica, belleza escénica, riqueza biológica y personal capacitado (la mayoría con experiencia de más de 15 años), lo convierte en un sitio idóneo para fomentar la educación ambiental orientada a proteger y conservar estas especies al mostrar la biodiversidad característica del trópico húmedo y desarrollar programas educativos en materia ambiental.

Referencias

Becerra-Hernández, C., G. Heredia-Abarca y R.M. Arias-Mota. 2007. Contribución al conocimiento de los hongos anamorfos saprobios del estado de Tabasco II. *Revista Mexicana de Micología* 24:39-53.

Becerra-Hernández, C., G. Heredia-Abarca, R.M Arias-Mota *et al.* 2008. Los hongos anamorfos saprobios del estado de Tabasco III. *Revista Mexicana de Micología* 28:25-39.

Cappello-García, S. 2006. *Hongos del Yumka': guía ilustrada*. UJAT/ Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco.

Castillo, A.O. y J. Zavala. 2010. Evaluación y restauración del acahual y suelo del Yumka', Tabasco. Informe preliminar del proyecto de investigación. DACBiol-UJAT, Tabasco.

CICN Yumka'. Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza. 2012. Inventario de animales del CICN Yumka'. En: ‹*www.yumka.org*›, última consulta: 16 de julio de 2015.

García-Morales, M., L.J. Rangel-Ruíz y J. Gamboa-Aguilar. 2004. Composición y estructura de la comunidad de gasterópodos terrestres en la reserva ecológica Yumka', Tabasco. En: *Memorias de la semana de divulgación científica de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. UJAT, Tabasco.

Heredia-Abarca, G., R. Castañeda-Ruiz, C.I. Becerra-Hernández y R.M. Arias-Mota. 2006. Contribución al conocimiento de los hongos anamorfos saprobios del estado de Tabasco I. *Revista Mexicana de Micología* 23:53-62.

Jiménez, M., S. Oliva, P. Montejo y A. Sánchez. 2003. Listado de la mastofauna de la selva del CICN-Yumka', Villahermosa, Tabasco. Resultados preliminares. En: *XX Congreso de la Asociación de Zoológicos y Acuarios de México*. Veracruz.

Lázaro, A.A., J.S. Bautista-López, J.C. Lara-Ribón y A. K. Martínez -Rivera. 2011. Diversidad alfa de la comunidad herpetofaunista en la temporada de estiaje de la ANP Yumka´ en Villahermosa, Tabasco. En: *III Congreso Mexicano de Ecología*. Sociedad Científica Mexicana de Ecología, Veracruz.

Mandujano-Contreras, M.A. 2011. Aves del Yumka'. Informe preliminar. CICN Yumka', Tabasco.

Muñoz, D., Y. García, B. Franco *et al.* 2001. Presupuestos de tiempo en una tropa de monos aulladores (*Alouatta palliata*) en el parque Yumka', Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 17(34):113-123.

——. 2002. Estudio del patrón de actividad general de monos aulladores (*Alouatta palliata*) en el Yumka, Tabasco, México. *Neotropical Primates* 10(1):11-17.

Sánchez-Pérez, B.R. 2013. *Regeneración de la vegetación en suelos de terrazas del municipio del Centro, Tabasco*. Tesis de maestría. DACBiol-UJAT, Tabasco.

Sánchez-Pérez, B.R., O. Castillo-Acosta y J. Zavala-Cruz. 2011. Regeneración de la vegetación y su efecto en la conservación

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de suelos en terrazas del municipio Centro, Tabasco. En: *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. Campeche.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UJAT. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 1988. Estudio preliminar sobre la riqueza florístico-faunística del Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza. Informe del convenio. UJAT/Secretaría de Comunicaciones Asentamientos y Obras Públicas, Tabasco.

Vázquez-Negrín, I. 2012. *Análisis florístico de la ecorregión terrazas de la cuenca baja del río Grijalva, Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias ambientales. DACBiol-UJAT, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Educación ambiental, cultura y sustentabilidad para la conservación de la biodiversidad y gestión de ecosistemas

Ana Rosa Rodríguez Luna y Eduardo Salvador López Hernández

Introducción

El año 2010 se dedicó a la diversidad biológica, una oportunidad para destacar la importancia de la biodiversidad en la vida humana, reflexionar sobre los logros en su conservación y alentar a reducir el ritmo de su pérdida. El Convenio sobre la Diversidad Biológica de Río de Janeiro 1992 intenta partir de una educación basada en la conservación y utilización sostenible y equitativa de sus múltiples beneficios (UNESCO 2010). La educación ambiental para la conservación de la biodiversidad perfila distintos propósitos para mejorar la conciencia pública acerca de las amenazas subyacentes, además de que considera la sustentabilidad y el conocimiento recíproco de la diversidad cultural, étnica, lingüística y religiosa para fomentar el diálogo para el desarrollo sostenible (Calvo 1997, UNESCO 2010). Actualmente existen nuevos enfoques para construir modelos de educación ambiental para comunidades, y muestran los resultados de experiencias en el trópico cálido-húmedo (López-Hernández 2000, López-Hernández *et al.* 2008).

Centro Holístico Mundo Sustentable de Olcuatitan, Nacajuca. Premio Estatal de Ecología "José Narciso Rovirosa" 2008

El Centro Holístico Mundo Sustentable de Olcuatitán, Nacajuca, es un modelo de educación ambiental para el desarrollo humano sustentable creado por el cuerpo académico Educación Ambiental, Cultura y Sustentabilidad, el cual dio continuidad a las investigaciones con comunidades campesinas de la región La Chontalpa de Tabasco (López-Ricalde *et al.* 2007, López-Ricalde y López-Hernández 2011). En los años setenta, en la zona indígena Chontal se edificó un sistema de cultivo similar al de Xochimilco, pues se pensaba que los humedales reunían características para la chinampa tropical. Debido a la presencia de diversos problemas socioambientales y de producción, se aplicó y evaluó un modelo de educación ambiental del conocimiento del medio, la gestión ambiental, la producción agroecológica y la formación para la sustentabilidad mediante estrategias de participación de la comunidad.

La base de trabajo fue la investigación, acción participativa e intervenciones de educación ambiental. Se presentó el proyecto ante autoridades; un taller de diagnóstico de problemas; la aplicación de cuestionarios, entrevistas y encuestas para determinar indicadores de sustentabilidad y de manejo de recursos naturales; la preparación de sendas intervenciones[1] de educación ambiental; y la colecta de materiales biológicos para caracterizar la biodiversidad. Con esto se logró el modelo de educación ambiental para la sustentabilidad que involucró a grupos ciudadanos que representan a toda la comunidad. Este resultado se complementó con proyectos educativos, culturales, productivos y de conservación de recursos naturales.

El proceso educativo se desplegó en varios componentes: conocimiento de la biodiversidad, problemática socioambiental, principios de la carta de la tierra, recuperación de procesos de producción tradicionales y conocimiento empírico, nuevas alternativas de gestión ambiental con formación de jóvenes indígenas para

[1] Se prepara una relación de actividades educativas.

Rodríguez Luna, A.R. y E.S. López-Hernández. 2019. Educación ambiental, cultura y sustentabilidad para la conservación de la biodiversidad y gestión de ecosistemas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 277-279.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la separación de residuos sólidos (específicamente el plástico conocido como PET), producción de composta por mujeres, agricultura orgánica y viveros, entre otros. Asimismo, se llevaron a cabo talleres de enseñanza de lengua chontal, artesanías y música. Todo se ha establecido en el Centro Holístico Mundo Sustentable mediante un plan de desarrollo sustentable para el poblado. La visión y expectativas de los chontales son la posible solución a sus problemas en aspectos de educación, salud, inversión, producción, investigación, ahorro y conservación del ambiente.

Educación ambiental para el desarrollo humano sustentable del ejido Caobanal, Huimanguillo

Como una alternativa a la imposición de un modelo educativo desligado de la demanda local y de la aplicación de programas gubernamentales de desarrollo alejados de las problemáticas socioambientales locales de esta comunidad rural en México, se construyó un modelo de educación ambiental para la sustentabilidad en la ribera del río Mezcalapa (Puente 2010). El diseño del modelo partió del diagnóstico de la problemática socioambiental local, del estudio del uso del suelo y del análisis de las actividades productivas, económicas y la gestión de los recursos naturales por parte la sociedad local. Mediante una investigación que incluye enfoques cuantitativos (aplicación de encuestas y el análisis estadístico de información) y cualitativos (entrevistas, recorridos, visitas domiciliarias y reuniones ejidales), se ha privilegiado el diálogo, análisis y discusión de los problemas con los ejidatarios para que el modelo de educación ambiental fuera un proceso de formación para los principales grupos de la comunidad, considerando las actividades económicas y culturales de la comunidad (cultivo del cacao, problemas fitosanitarios, envejecimiento de plantaciones, ganadería extensiva y huertos familiares). El modelo con un enfoque constructivista promueve el desarrollo de valores ambientales, la revaloración de la biodiversidad y el afianzamiento de la organización social. Para esto, cuenta con intervenciones educativas para el establecimiento y manejo de plantaciones con tecnologías limpias, ganadería ecológica basada en el uso eficiente del suelo y sistemas agrosilvopastoriles. También incluye un programa que contribuirá al incremento de la diversidad de los huertos familiares, además de una agricultura orgánica.

De acuerdo con el marco socioambiental, ambos programas son congruentes con sus objetivos y estrategias educativas, así como con las corrientes

Cuadro 1. Reporte de resultados.

Tema	Resultados
Saberes ambientales locales	Aspectos físicos como clima, geología, geomorfología y suelos
	Biodiversidad mediante una descripción, caracterización y distribución de ecosistemas
	Inventario de recursos vegetales (plantas y animales)
	Uso y manejo de la biodiversidad: plantas útiles (artesanales, maderables, comestibles, medicinales, entre otros)
	Descripción de los sistemas de producción
Beneficios significativos	Programa Centro Holístico Mundo Sustentable (MEADHS)
	Programa Composta (educación y capacitación, proyectos productivos)
	Programa PET (educación y comunicación, proyectos productivos)
	Programa de educación ambiental (educación y capacitación, proyectos productivos)
	Situación y manejo de cañita (educación y comunicación, proyectos productivos y conservación)
	Modelo de gestión y restauración de camellones chontales (educación y comunicación, proyectos productivos)
	Gestión de PET (educación y comunicación, proyectos productivos, mejoramiento de la comunidad)
	Artesanías (proyectos productivos)
	Vivero
	Centro de transferencia
	Estudio de mercado y plan de negocios: PET, residuos orgánicos, comercialización, vivero
	Programa de Responsabilidad Social Empresarial
	Evaluación del impacto social del modelo con la participación de jefes de familia, profesores, madres de familia, niños, jóvenes, investigadores (encuesta, testimonios)
	Consolidación de las líneas de generación y aplicación de conocimiento del cuerpo académico, especialmente de educación ambiental para la sustentabilidad
	Extensión de comunicación de los resultados: foros, exposiciones; congresos estatales, nacionales e internacionales; conferencias
	Publicaciones científicas
	Radiodifusión (comunicación de todos los programas asociados al MEADHS)

MEADHS: Modelo de Educación Ambiental para el Desarrollo Humano Sustentable. Fuente: López-Hernández 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Resultados destacables del proyecto desarrollado en el ejido Caobanal.

Temas	Resultados
Entorno socioambiental	Manejo de basura Manejo racional de agroquímicos Uso y manejo del agua Uso de leña Higiene Ahorro Consumo responsable
Caracterización de huertos familiares	Estudio de las especies de los huertos y sus usos Intercambio de especies Fomento del número de especies Producción de abonos orgánicos
Caracterización del agrosistema cacao	Cacao orgánico Producción de abonos orgánicos Productos y servicios adicionales de los cacaotales
Ganadería	Programa de ganadería ecológica
Necesidades de educación ambiental	Escuelas de campo Plantaciones forestales Cultivos perennes y cultivos múltiples
Organización	Organización social comunitaria y mecanismos de gestión social
Otros	Etnobiología Cultura local

Fuente: Puente 2010.

educativas de sus intervenciones. Los avances obtenidos en la aplicación de ambos modelos de educación ambiental para promover el desarrollo sustentable de comunidades rurales estudian los significados del desarrollo sustentable y de la educación ambiental mediante el análisis del panorama socioambiental de las comunidades rurales. Se hace énfasis en que los modelos educativos con análisis socioambiental y procesos de participación social, diagnóstico participativo e investigación-acción, son los que tienen más posibilidades de éxito debido a que parten de la demanda social, y su construcción responde a los intereses de los sujetos del desarrollo. Los resultados publicados de todo el proceso de investigación, aplicación, evaluación y participación se muestran en el cuadro 1.

Respecto al modelo desarrollado en el ejido Caobanal, Puente (2010) destacó como los resultados más importantes de las intervenciones educativas aplicadas a niños, jóvenes, adultos, señoras, damas jóvenes y productores locales, los mostrados en el cuadro 2, y se resalta la incorporación al contenido curricular del programa de formación técnica de estudiantes del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) 267.

Referencias

Calvo, R.S. 1997. *Educación ambiental para el desarrollo sostenible.* Ministerio de Medio Ambiente, España.

López-Hernández, E.S. 2000. Investigación universitaria para el desarrollo sustentable: la educación ambiental no formal en río Playa, Comalcalco, Tabasco. La educación superior ante los desafíos de la sustentabilidad (antología). ANUIES/SEMARNAP (3):163-201.

——. 2011. Educación para la sustentabilidad: una experiencia chontal. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Tabasco.

López-Hernández, E.S., C.D. López-Ricalde y A.R. Rodríguez-Luna. 2008. Educación ambiental para el desarrollo humano sustentable de comunidades indígenas chontales. *Tópicos en Educación Ambiental* 5(15):59-75.

López-Ricalde, C.D. y E.S. López-Hernández. 2011. El entorno socio-ambiental de la sustentabilidad. En: *Educación para la sustentabilidad: una experiencia chontal*. E.S. López-Hernández (ed.). Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Tabasco, pp. 62-76.

López-Ricalde, C.D., E.S. López-Hernández y G.E. González. 2007. Una experiencia chontal. Desarrollo rural sustentable. *Trayectorias* 9(24):57-67.

Puente, P.E. 2010. *Modelo de educación ambiental para el desarrollo humano sustentable del ejido Caobanal, Huimanguillo, Tabasco*. Tesis de doctorado en ciencias en ecología y manejo de sistemas tropicales. DACBiol-UJAT, Tabasco.

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2010. United Nations International Year of Biodiversity. En: ‹*http://www.cbd.int/2010/welcome/*›, última consulta: 11 de octubre de 2013.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Culturamex, "Ejército de pequeños inquietos" de Zapotal Segunda Sección, Comalcalco

María de los Ángeles Pérez Villar

Introducción

El cuidado y protección del medio ambiente en la localidad de Zapotal Segunda Sección, municipio Comalcalco, se enmarca dentro del proyecto Culturamex liderado por un joven originario de la misma. El proyecto inició en el año 2011 con 30 niños, quienes se autodenominan "Ejército de pequeños inquietos" y participan, vigilan, luchan y se capacitan de forma organizada, para implementar una nueva cultura en el cuidado y protección del medio ambiente en su localidad. En Culturamex participan 10 niños y cinco niñas, cuyas edades oscilan entre cuatro y 12 años (figura 1).

Se descubrió a este grupo de pequeños conservacionistas gracias a los talleres comunitarios llevados a cabo durante octubre del 2011 a febrero del 2012 como parte del trabajo de instrumentación de la Agenda de Género y Cambio Climático en Tabasco, que organiza la Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental (SERNAPAM). Las niñas y niños mostraron sus intereses y preocupaciones respecto a los problemas socioambientales que afectan a su localidad. Mencionaron la preocupación por la cantidad de basura que se tira, ya que además de dar mal aspecto a su comunidad también contamina y causa enfermedades cuando se acumula en los cuerpos de agua. Esto fue motivo para seguir visitando al grupo de niños e indagar acerca del proyecto Culturamex. A continuación se describe el origen, los objetivos y las acciones de este proyecto (la información fue obtenida por medio de los talleres y entrevistas hechas a sus integrantes).

Figura 1. Algunos niños del grupo Culturamex durante los talleres. Imagen tomada de video grabado durante el taller de octubre 2011. Foto: Pérez Villar María de los Ángeles.

Contexto socioeconómico

Zapotal Segunda Sección es una comunidad de 1 952 habitantes, de los cuales 961 (49.2%) son hombres y 991 (50.8%) mujeres; pertenecen al municipio Comalcalco, Tabasco, que se ubica aproximadamente a 10 km de la cabecera municipal. En la localidad existen 408 viviendas habitadas con un promedio de 4.7 habitantes en cada una, de las cuales 354 (87%) poseen agua entubada, 401 (98%) cuentan con excusado o sanitario, 403 (98%) tienen servicio de drenaje y 407 (99.7%) tienen energía eléctrica (INEGI 2010).

Respecto a la educación, el promedio de escolaridad es de 6.9 años y está constituido por 7.3 de la población masculina y 6.6 femenina. Referente a los servicios de salud, 61% (1 195) de los habitantes cuenta con el Seguro Popular (INEGI 2010).

La localidad de Zapotal Segunda Sección tiene un jardín de niños, una primaria y una telesecundaria, así como dos templos religiosos: uno católico (80% de la población pertenece a esta religión) y otro protestante (INEGI 2010).

Pérez Villar, M.A. 2019. Culturamex, "Ejército de pequeños inquietos" de Zapotal Segunda Sección, Comalcalco. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 280-282.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Origen de Culturamex

Culturamex[1] es un proyecto que nació a principios de 2011 gracias al interés por el contacto con la naturaleza, el fomento de la educación y la cultura ambiental, que fue el resultado de la experiencia de su fundador Sebastián,[2] cuando percibió la transición que habían sufrido las tierras de cultivo de su padre, ubicadas en el ejido Río Playa de Comalcalco. Originalmente, en dicho ejido se sembraba pastizal, pero por la entrada de salinidad, este cultivo se perdió en su totalidad en las inundaciones que afectaron al estado en 2007. Lejos de desanimar al joven, la pérdida del pastizal le brindó un área de oportunidad en la siembra del mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), flora idónea para cultivar en tierras con características de salinidad. Al percatarse del problema por el que atravesaban las tierras de cultivo, comenzó a dragar manualmente y construyó pequeños canales para alimentar al mangle en un espacio comunal de 112 ha que conforman el ejido. Actualmente, de los 44 ejidatarios, 20 siembran mangle con el apoyo de los niños y niñas de Culturamex.

Objetivo del grupo Culturamex

Culturamex se centra en el trabajo con las niñas y niños[3] porque las experiencias de su fundador le indicaron que ellos tienen la energía y el potencial, en todos los aspectos, para desarrollar una mejor cultura ambiental en su comunidad. Su objetivo es consolidar un grupo de niñas y niños que transmitan sus experiencias sobre educación ambiental; además de establecer la idea del potencial de los mangles como un medio de producción sustentable. El esfuerzo de Culturamex se ve reflejado en la bandera del proyecto (figura 2) caracterizada por una hormiga, especie emprendedora que sabe trabajar en equipo, que no se dispersa ante las adversidades, y esto se refleja en la actitud de los pequeños de la comunidad.

Acciones a favor de la conservación

El problema ambiental de esta localidad está relacionado, principalmente, con los efectos del cambio climático de los últimos años. Esto ha originado que, a través del grupo de pequeños de Culturamex, se lleven a cabo prácticas de cuidado y preservación del medio ambiente de manera sostenible y respeto a la cultura local. En este sentido, dentro del grupo se llevan a cabo actividades como capacitación de niños acerca de temas de educación ambiental mediante la impartición de talleres y de prácticas de campo

Figura 2. Bandera del grupo Culturamex. Foto: Pérez Villar María de los Ángeles.

[1] Culturamex, por definición de su fundador, es *cultura*: todo lo que nos rodea, así como de los conocimientos que tenemos sobre el cuidado del medio ambiente; y *mex*: de México del país donde vivimos, que es una de las naciones más ricas en recursos naturales. Esto origina el eslogan "Culturamex: es inspiración para cuidar el planeta".

[2] Sebastián es el joven fundador del grupo Culturamex, a quien se hizo una entrevista a profundidad.

[3] Según el censo del INEGI (2010) 39% de la población de Zapotal Segunda Sección está conformada por niños y niñas de tres a 14 años de edad, siendo 24% niños y 15% niñas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para la siembra de mangle, flores y árboles frutales, además de la recolección de envases de plástico para aprovecharlos como maceteros reciclados. Asimismo, se han creado eventos para difundir el trabajo de la organización, como la elección de la Señorita Ecología, un evento que contó con la participación de representantes de tres comunidades, proyecto que se difundió en el kiosco de la feria del municipio Comalcalco. Algunas de las experiencias significativas de Culturamex están dadas por el propio aprendizaje de los niños, que se demuestra en su capacidad de aplicar lo aprendido en el beneficio de su comunidad y sobre todo, al transmitir sus conocimientos a sus familias, lo que propicia un incremento cultural. Por otra parte, existen reconocimientos oficiales, como el otorgado por el Gobierno del Estado de Tabasco, al ser galardonado en marzo de 2011 como uno de los mejores proyectos de aprovechamiento sustentable en la entidad; compitiendo con 36 proyectos más que provenían de universidades y miembros de la sociedad civil organizada.

Conclusión

Para concluir este estudio se describen brevemente tres modalidades de educación. La formal, definida como la acción institucionalizada con base en un currículum establecido, es aquella en la que el aprendiz cede su autonomía, se inscribe en un programa y acepta la disciplina externamente impuesta (Rogers 2004, en Gómez 2009). La educación no formal consiste, ocasionalmente, en una participación voluntaria de sujetos en eventos de enseñanza incidental en la cotidianidad (Smith 1999, en Gómez 2009). La educación informal que es todo conocimiento libre y espontáneamente adquirido, promovido en la cotidianidad, que proviene de entidades, personas, medios de comunicación masiva, tradiciones, costumbres, comportamientos sociales y otras actitudes no estructuradas (Castro Rosales y Balzaretti 2000, en Gómez 2009).

Por las anteriores definiciones, este trabajo se enmarca en la educación no formal, ya que implica la participación voluntaria de sujetos (niñas y niños) en acciones a favor del cuidado ambiental; asimismo, la educación ambiental no formal[4] es una estrategia útil para la formación integral de los niños. Sin duda, son las niñas y los niños los sujetos idóneos[5] para promover el cambio para el desarrollo local y la preservación del medio ambiente.

Las actividades hechas por el grupo de niñas y niños de Culturamex es el medio por el cual establecen la relación con el medio ambiente y van construyendo una mejor calidad de vida en la comunidad y sobre todo, para las generaciones futuras de la zona. Por esto, resulta interesante la necesidad de que existan y sigan surgiendo espacios como Culturamex.

Referencias

Asunción, M.M. y E. Segovia. 1992. Manual de educación ambiental no formal. En: ‹*http://www.unescoetxea.org/ext/manual/html/eanoformal.html*›, última consulta: 3 de junio de 2013.

Barraza, L. 1998. Conservación y medio ambiente para niños menores de 5 años. *Especies* (7)3:19-23.

Gómez, A. 2009. Sujeción y formación en la educación formal, no formal e informal. *Educatio* 7:38-50.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Principales resultados por localidad Estados Unidos Mexicanos. Censo de Población y Vivienda 2010. En: ‹*http://www.inegi.gob.mx*›, última consulta: 17 de septiembre de 2014.

[4] La educación no formal se entiende como "la transmisión de conocimientos, aptitudes y valores ambientales fuera del sistema educativo institucional, que conlleve la adopción de actitudes positivas hacia el medio natural y social, que se traduzcan en acciones de cuidado y respeto por la diversidad biológica y cultural, y que fomenten la solidaridad intra e intergeneracional. Se reconoce que la educación ambiental no es neutra, sino que es ideológica, ya que está basada en valores para la transformación social" (Asunción y Segovia 1992).

[5] Según Barraza (1998) los niños(as) de estas edades manifiestan una gran sensibilidad e interés por todo lo que les rodea. El niño es sumamente receptivo y observador. Es una etapa formativa clave para la enseñanza de buenos hábitos y es el mejor momento para empezar a transmitir conceptos y mensajes conservacionistas orientados a la participación activa, consciente y responsable en el individuo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Técnicas de conservación de suelos

David Jesús Palma López, Elvia Moreno Cáliz, Joaquín Alberto Rincón Ramírez, Marcos Antonio Morales Garduza y Raquel Jiménez Ramírez

Introducción

La conservación de suelos ha sido definida como la ciencia de mantener o aumentar la productividad de los terrenos mediante prácticas mecánicas, vegetativas y agronómicas, que deben ser aplicadas de acuerdo a las características particulares de cada tipo de terreno (Torres 1984).

El campo de la conservación de los suelos es muy amplio. Incluye prácticas para combatir los diversos procesos de degradación de la tierra, con labores de silvicultura, biorremediación de predios, recuperación de suelos contaminados o ensalitrados, entre otras.

Los objetivos específicos de la conservación de suelos son:

- Controlar la pérdida de nutrimentos de las tierras agrícolas para reducir la contaminación en los cuerpos de agua.
- Reducir el aporte de sedimentos a lagos, presas, ríos, canales y cuerpos de agua en general.
- Disminuir el daño causado a cultivos por los materiales transportados por el viento y el agua.

Medidas para contrarrestar la erosión hídrica y eólica

Como parte del trabajo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en años recientes se implementó el Programa de Manejo del Agua y Preservación del Suelo (MAPS); este programa es un esfuerzo que permitió integrar un inventario con información de prácticas de conservación de suelos llevadas a cabo por productores. Las más representativas son la implementación de cercos vivos, manejo de praderas, reforestación y drenajes parcelarios (figura 1).

El diseño de estrategias para reducir y evitar la erosión del suelo debe basarse en estudios de mecánica de desprendimiento y transporte de partículas por dispersión pluvial, escorrentía y viento (Becerra 1999). Con estas estrategias se pretende proteger al suelo del impacto de la lluvia, incrementar la capacidad de infiltración para reducir el volumen de la escorrentía, mejorar la estabilidad de los agregados para aumentar su resistencia a la erosión, y aumentar la aspereza de la superficie para reducir la velocidad del escurrimiento superficial a causa del viento.

Estos objetivos se pueden lograr mediante prácticas biológicas y mecánicas, cada una incide en mayor o menor magnitud en los procesos que intervienen en la erosión.

Considerando lo anterior, se realizó un modelo cartográfico que empleó una base de datos con información sobre uso de suelo (US), tipos de suelo (TS), pendiente (PE) y erosión (ER), con la finalidad de presentar propuestas para la conservación de suelos en Tabasco. En el cuadro 1 se presentan, en forma sintética, el uso y tipo del suelo, las subunidades correspondientes, la pendiente y el riesgo de erosión que estos factores implican; asimismo, se incluyen recomendaciones de manejo de conservación de los suelos del estado. Finalmente se presenta un mapa con las diferentes recomendaciones para conservar los suelos de la entidad, basadas en el riesgo de erosión y la erosión actual de los mismos (figura 2).

Palma-López, D.J., E. Moreno, J.A. Rincón-Ramírez, M.A. Morales-Garduza y R. Jiménez-Ramírez. 2019. Técnicas de conservación de suelos. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 283-287.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Prácticas de conservación del programa MAPS en el estado. De acuerdo con el tipo de práctica, su magnitud se muestra en hectáreas (a) o kilómetros (b). Fuente: Palma-López *et al.* 2008.

Prácticas de manejo de conservación de suelos recomendadas para la entidad

Barreras vivas. Son obstáculos formados con plantas (pastos, arbustos, entre otros) que reducen la velocidad y el esfuerzo cortante del escurrimiento en una ladera (Ruiz *et al.* 2001).

Cultivos de cobertera. Consiste en formar y establecer una cubierta vegetal permanente en el terreno, con el propósito de conservarlo y mejorarlo (figura 3).

Surcado en contorno. Es una práctica recomendable para terrenos con ligeras pendientes que consiste en trazar surcos en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno, siguiendo las curvas de nivel.

Rotación de cultivos. Consiste en una sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos, sobre una superficie de terreno determinada.

Asociación de cultivos. Consiste en establecer dos o más cultivos para evitar suelos sin cubierta vegetal. Se recomienda llevarlos a cabo en terrenos con pendientes muy pronunciadas (> de 10%). Su implementación requiere de un adecuado manejo, ya que ambos cultivos pueden competir en nutrimentos (figura 4).

Zanjas de infiltración. Son canales sin desnivel, construidos en laderas, que buscan captar la escorrentía de las lluvias para evitar procesos erosivos superficiales de manto, y con ello facilitar la infiltración del agua en el suelo.

Presas de malla de alambre electrosoldada o ciclónica. Son estructuras diseñadas para controlar la erosión en cárcavas. Están soportadas con alambre o malla y requieren de un diseño ingenieril para evitar su colapso.

Terrazas de muro vivo. Son terraplenes que se forman gradualmente, a partir del movimiento del suelo, lo que se efectúa durante las labores de cultivo en terrenos de ladera, y es retenido por setos de diversas especies de árboles o arbustos que se establecen siguiendo las curvas de nivel (CONAFOR y SEMARNAT 2004).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Prácticas recomendadas para la conservación y manejo, según tipo de suelos y el riesgo de erosión en el estado.

Uso de suelo	Tipo de suelo	Subunidad	Pendiente (%)	Riesgo de erosión	Prácticas recomendadas
Vegetación natural de selva y humedales					
	Suelos profundos que no se anegan	ACfr, AChu, ACpl, ARlvw, CMcr, CMeu, CMvr, FLeu, FRro, LVcr, LVgl, LVha, PTeun, PTum, VReu, VReupe	0-5	Nulo	Conservación, protección y enriquecimiento de vegetación
	Suelos profundos que se anegan	ACgl, CMgl, FLeugl, GLdy, GLeu, GLeu + GLmo + HSsa, GLmo, HSsa, SCgl, ARha	0-5	Nulo	Conservación y protección
	Suelo somero	LPrz, LPrz + LPki, LPrz + VReu	5-40	Moderado a alto	Protección, enriquecimiento de vegetación, conservación y restauración
	Suelo somero	LPrz, LPrz + LPli, LPrz + VReu	>40	Muy alto	Conservación y restauración, terrazas de muro vivo y reforestación
Área agrícola					
	Suelos profundos que no se anegan	ACfr, AChu, ACpl, ARlvw, CMcr, CMeu, CMvr, FLeu, FRro, LVcr, LVgl, LVha, PTeun, PTum, VReu, VReupe	0-5	Nulo	Adición de compostas, abonos verdes, cultivos de cobertera y pequeñas obras de riego
	Suelos profundos que se anegan	ACgl, CMgl, FLeugl, GLdy, GLeu, GLeu + GLmo + HSsa, GLmo, HSsa, SCgl, ARha	0-5	Nulo	Drenaje parcelario, incorporación de residuos
	Suelo somero	LPrz, LPrz + LPki, LPrz + VReu	5-40	Moderado a alto	Cobertura permanente, rotación de cultivos, cultivos intercalados, cultivos de cobertera, surcado en contorno
	Suelo somero	LPrz, LPrz + LPli, LPrz + VReu	>40	Muy alto	Cobertura permanente, uso restringido, terrazas de muro vivo, cultivos de cobertera, surcado en contorno, zanjas de infiltración
Pastizales y sabanas					
	Suelos profundos que no se anegan	ACfr, AChu, ACpl, ARlvw, CMcr, CMeu, CMvr, FLeu, FRro, LVcr, LVgl, LVha, PTeun, PTum, VReu, VReupe	0-5	Nulo	Manejo de praderas, construcción de jagüeyes, barreras vivas
	Suelos profundos que se anegan	ACgl, CMgl, FLeugl, GLdy, GLeu, GLeu + GLmo + HSsa, GLmo, HSsa, SCgl, ARha	0-5	Nulo	Manejo de praderas, drenaje parcelario, barreras vivas
	Suelo somero	LPrz, LPrz + LPli, LPrz + VReu	5-40	Moderado a alto	Cobertura permanente, barreras vivas y restauración (en cárcavas, utilizar presas de malla de alambre)
	Suelo somero	LPrz, LPrz + LPli, LPrz + VReu	>40	Muy alto	Cobertura permanente, con restricciones para uso y restauración (en cárcavas, utilizar presas de malla de alambre)

ACfr = Acrisol férrico, AChu = Acrisol húmico, ACpl = Acrisol plíntico, ACgl = Acrisol gléyico, ARlvw = Arenosol hipoluvico, ARha = Arenosol háplico, CMcr = Cambisol crómico, CMgl = Cambisol gléyico, CMeu = Cambisol éutrico, CMvr = Cambisol vértico, VReu = Vertisol éutrico, FLeu = Fluvisol éutrico, FLeugl = Fluvisol éutrigleyico, GLdy = Gleysol dístrico, GLeu = Gleysol éutrico, GLmo = Gleysol mólico, HSsa = Histosol sáprico, SCgl = Solonchak gléyico, FRro = Ferralsol ródico, LVcr = Luvisol crómico, LVgl = Luvisol gléyico, LVha = Luvisol háplico, PTeun = Plintosol endoéutrico, PTum = Plintosol úmbrico, VReupe = Vertisol éutripélico, LPrz = Leptosol réndzico, LPli = Leptosol lítico. Fuente: Palma-López *et al*. 2008.

Reforestación. Es el establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos que no tienen vegetación y, en el caso del trópico, donde antes había selva o cultivos que están en abandono.

Cortinas rompevientos. Funciona para proteger los cultivos agrícolas y las plantaciones frutícolas porque sirve para aminorar la velocidad y la fuerza del viento (Pérez y Chacón 1999). Su objetivo principal es preservar los campos contra daños ocasionados por el viento.

Cercos vivos. Son prácticas para detener la influencia del viento sobre los terrenos. Se conforma de una barrera que se establece con árboles o arbustos plantados en dirección perpendicular a las principales corrientes de viento.

Drenajes parcelarios. Son sistemas de drenaje superficial aplicados a zonas llanas (pendientes menores de 2%) que difieren de los utilizados en zonas con pendientes onduladas. En el caso de zonas planas, su fin principal es eliminar los excedentes de agua sin sobrepasar las pendientes erosivas que provoquen pérdida del suelo.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

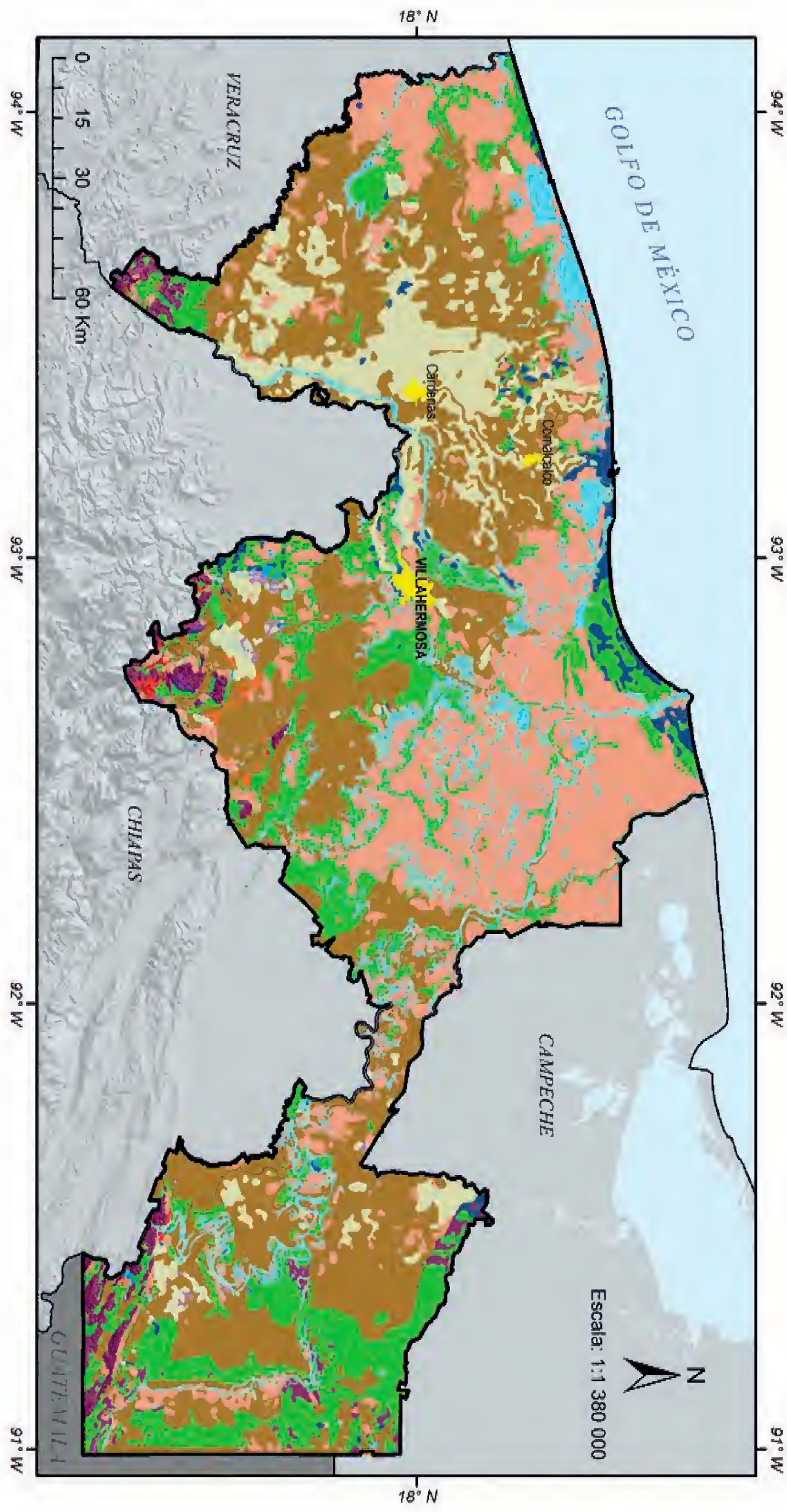


Figura 2. Recomendaciones para la conservación de los suelos. Fuente: modificado de Palma-López *et al*. 2008.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Establecimiento de cachuatillo (*Arachis pintoi*) para evitar erosión en terrazas de Huimanguillo. Foto: Abelardo Guillen.

Figura 4. Asociación de cultivos de piña con maíz en parcela de productor de Huimanguillo. Foto: Marcos A. Morales.

Consideraciones finales

Las prácticas de recomendación citadas en este capítulo deben ser implementadas en programas de conservación de suelos, teniendo como criterio básico los niveles de erosión en cada zona fisiográfica del estado y el manejo que le están dando a los diferentes tipos de suelos (véase Erosión de suelos, en esta obra).

En las zonas con pendientes pronunciadas y que se han deforestado para uso de pastizales y agricultura, se presentan importantes afectaciones por erosión hídrica, por lo que es necesario llevar a cabo obras de restauración de suelos e implementar programas de reforestación con especies de valor comercial, para despertar el interés de los propietarios.

Referencias

Becerra, M.A. 1999. *Escorrentía, erosión y conservación de suelos.* UACH, Estado de México.

CONAFOR y SEMARNAT. Comisión Nacional Forestal y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. Manual de obras prácticas para la protección y restauración de suelos forestales. CONAFOR/SEMARNAT, Jalisco.

Palma-López, D.J., E. Moreno-Cáliz, J. Rincón-Ramírez y E.D. Shirma-Torres. 2008. *Degradación y conservación de los suelos del estado de Tabasco*. Colegio de Postgraduados/CONACYT/CCYTET, Villahermosa.

Pérez, C.G. y E.J.C. Chacón. 1999. Establecimiento de plantaciones forestales en Tabasco. ISPROTAB/Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa.

Ruiz, J.V., M. Bravo y G. Loaeza. 2001. Cubiertas vegetales y barreras vivas: tecnologías con potencial para reducir erosión en Oaxaca. *Terra Latinoamericana* 19(1):89-95.

Torres, E. 1984. *Manual de conservación de suelos agrícolas*. Editorial Diana, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Revitalización, una estrategia para recuperar la biodiversidad en sitios contaminados

Randy Howard Adams Schroeder

Introducción

Este documento presenta un caso exitoso de revitalización (modificación de las condiciones de un sitio para que pueda ser aprovechado) de la presa Agua de Mina. Se trata de la conversión de un pasivo ambiental (sitio contaminado que no ha sido remediado) altamente contaminado en un área de conservación. Aunque se hizo en el sur de Veracruz, las condiciones ambientales del sitio son muy parecidas a las de la parte occidente de Tabasco, especialmente la zona baja de la cuenca del río Tonalá, que comparten ambos estados. En estas áreas existen sitios con suelos arcillosos de áreas bajas, contaminados con hidrocarburos pesados e intemperizados, que han sido abandonados por mucho tiempo y que es necesario recuperar; por ejemplo, en el campo petrolero Sánchez Magallanes (Villa Benito Juárez, Cárdenas, Tabasco) y atrás del complejo Procesadora de Gas La Venta (en el pueblo del mismo nombre, Huimanguillo, Tabasco).

A finales del siglo XX, en Texistepec (Veracruz), se desarrolló una industria dedicada a la producción de azufre que generaba desechos de agua ácida con hidrocarburos, así como fluidos de perforación de los pozos azufreros, con contenidos de arcilla bentonita y aceite base. Los operadores de la mina depositaron estos desechos en una presa de 320 ha conocida como Agua de Mina, construida en una hondonada natural, que originalmente fue un mosaico de lagunas someras, pantano, bosque, matorral inundable y potreros (UNAM 1999).

Al principio de la década de 1990 el precio del azufre tuvo una baja significativa y la mina fue cerrada, por lo que las instalaciones fueron prácticamente abandonadas, lo que dejó un pasivo ambiental (figura 1). En la azufrera, actualmente conocida como unidad minera Texistepec, asignada a PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB), se han efectuado trabajos importantes para su remediación y revitalización a partir del 2002.

En 2002 Petróleos Mexicanos (PEMEX) comenzó la neutralización de la presa, por lo que se contrataron pescadores de las comunidades cercanas para aplicar óxido de magnesio mediante lanchas. Con esto se logró elevar el pH de 2 hasta 5-8 y, con el convenio con la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), se iniciaron estudios de caracterización de agua y sedimentos, pruebas de factibilidad de tecnologías de remediación y estudios de riesgo al ambiente y a la salud. Lo anterior, con el fin de formular un plan de remediación con base en el riesgo, mismo que fue gestionado ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT; UJAT 2006).

Diagnóstico del estado de la presa

Se encontró que, en la mayor parte de la presa, el tipo de aceite era muy intemperizado: su migración y toxicidad era muy baja; sólo cerca del área de descarga se encontraron valores de toxicidad altos. Aproximadamente 180 ha de superficie presentaban una capa de hidrocarburos que requería una extracción física y, de éstas, 24 ha también necesitaban remediación más intensiva de los sedimentos debajo de esta capa. Para el desarrollo y gestión del plan de revitalización fueron clave las políticas de PEMEX en estrecha colaboración con la SEMARNAT, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a quienes se solicitó su participación antes de cada fase del proyecto, y se les mantuvo informadas de los avances. La SEMARNAT también participó emitiendo recomendaciones acerca de las tecnologías de remediación para las diferentes

Adams-Schroeder, R.H. 2019. Revitalización, una estrategia para recuperar la biodiversidad en sitios contaminados. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 288-291.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Sedimentos contaminados en la presa Agua de Mina. Fotos: Randy H. Adams S.

áreas, así como pruebas y planes para la eventual clausura del sitio como vertedero de la mina (SEMARNAT 2007).

Métodos de remediación utilizados y resultados obtenidos

Para remediar los sedimentos se desarrolló una tecnología que elimina la toxicidad de los mismos, reduce el potencial de lixiviados y recupera la fertilidad. En una prueba de escalamiento con volumen de 150 m^3 (que consiste en una estabilización química a microescala combinado con procesos de composteo), los sedimentos se convirtieron en un material similar al suelo, con una respiración basal (respiración microbiana) en el rango reportado para bosques de galería (cerca de ríos), sabanas y potreros inundables de áreas tropicales. En el segundo año de tratamiento, se usó fitorremediación (tecnología que utiliza el proceso natural de las plantas para mejorar la degradación y remoción de los contaminante) y se logró incrementar y mantener la capacidad de campo (retención de humedad) del sustrato más de 40% (figura 2), probablemente por la producción de sustancias húmicas (orgánicas) en la zona de raíces (rizosfera), y se observó la extensión del pasto utilizado. En este caso se utilizó pasto humidícola (*Brachiaria humidicola*), debido a su tolerancia de condiciones de baja fertilidad, origen tropical y reproducción vegetativa por estolones. Esto es importante porque significa que el sistema avanza hacia un punto en el que será autosostenible y no será necesario agregar abonos o fertilizantes para mantener la fertilidad del suelo.

En el segundo año, después de que se restableció plenamente el pastizal (Adams *et al.* 2014), el área fue manejada como conservación (uno de los usos finales del suelo propuesto en el plan de remediación)

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Recuperación de la fertilidad del suelo. a) Extensión del pasto humidícola empleado, b) desarrollo del sistema radicular, y c) muestra de núcleo de suelo recuperado. Fotos: Randy H. Adams S. y Francisco J. Guzmán Osorio.

lo que permitió la colonización natural de diversas especies vegetales (figura 3). En este caso el estudio se concentró, principalmente, en reducir la toxicidad y restaurar la fertilidad del suelo, además de disminuir la concentración de aceite.

Estas mejoras en la fertilidad de la tierra permitieron la colonización del sedimento remediado con una diversidad de especies vegetales que servirán de hábitat a diferentes especies locales y, con ello, fomentar la conservación de la biodiversidad en la región (figura 4).

Gracias a los trabajos hechos a partir del 2002, la presa Agua de Mina es importante para la región debido al estado de conservación de los pantanos y acahuales que la rodean, y a su cercanía al río Chiquito que forma parte de un corredor de aves migratorias, algunas de éstas con gran importancia ecológica (cuadro 1). Otra evidencia de su recuperación es la presencia de diferentes especies de mamíferos, como el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), venado cola blanca (*Odocoileus viginianus*) y conejo (*Sylvilagus brasiliensis*); y reptiles, como la hicotea (*Trachemys venusta*), pochitoque (*Kinosternon herrerai*), toloque (*Basiliscus vittatus*), boa (*Boa constrictor*), nauyaca (*Bothrops* sp.), ranera (*Leptophis mexicanus*) y cocodrilo (*Crocodylus moreletii*) en sus alrededores (apéndice 43). Ocasionalmente, personas de las comunidades cercanas cazan venado en áreas al norte de la presa.

Cuadro 1. Aves observadas en los alrededores de la presa Agua de Mina.

Nombre común	Nombre científico
Pelícano blanco	*Pelecanus erythrorhynchos*
Grulla americana	*Grus americana*
Pato pijije (pichiche)	*Dendrocygna autumnalis*
Espátula rosada	*Platalea ajaja*
Garza blanca	*Ardea alba*
Gavilán collar negro	*Busarellus nigricollis*
Águila pescadora	*Pandion haliaetus*

Fuente: elaboración propia con información de BirdLife International 2012.

Conclusión

Una opción para restaurar las áreas contaminadas desde hace décadas en el occidente de Tabasco, de una manera económica y práctica, es seguir las estrategias de múltiples líneas de investigación (caracterización, pruebas de factibilidad y estudios de riesgo), así como la participación conjunta de la industria paraestatal, las autoridades ambientales y la comunidad, con el objetivo de buscar soluciones basadas en estudios de riesgo que verdaderamente recuperen la fertilidad del suelo y eliminen la toxicidad.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 3. Diversificación de especies desarrolladas en el material tratado. Fotos: Randy H. Adams S.

Figura 4. Ejemplares de flora (*Asclepias curassavica*, izqiuierda) y fauna (*Trachemys venusta*, derecha) encontrados en los sitios revitalizados. Fotos: Francisco J. Guzmán Osorio.

Referencias

Adams, R.H., F.J. Guzmán-Osorio y V.I. Domínguez-Rodríguez. 2014. Field-scale evaluation of the chemical-biological stabilization process for the remediation of hydrocarbon contaminated soil. *International Journal of Environmental Science and Technology* 11:1343-1352.

BirdLife International. 2012. IUCN red list for birds. En: ‹*http://www.birdlife.org*›, última consulta: 21 de agosto de 2012.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. Resolutivo del programa de remediación de la presa Agua de Mina y presa anexa, Unidad minera Texistepec. Oficio No. DGGIMAR 710/006805. México.

UJAT. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 2006. Plan de remediación de la presa Agua de Mina y Presa Anexa, Unidad Minera Texistepec. Convenio con PEMEX Gas y Petroquímica Básica. Tabasco.

UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. 1999. Diagnóstico de las presas existentes en la Unidad Minera Industrial Texistepec. Convenio con PEMEX Gas y Petroquímica Básica. México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: Restauración natural en áreas perturbadas dentro de la planicie costera

Jesús Manuel Ascencio Rivera, Julio Mario Sánchez Frías y Carmen Julia Martínez Toro

Introducción

La planicie costera del golfo sur en Tabasco constituye la mayor superficie inundable del estado (95.62%; INEGI 2010). Presenta un relieve plano y está conformada por los depósitos de arenas y limos que acarrean los ríos (INEGI 1986). Esta área presenta altitudes que van desde 0 hasta 10 msnm, lo que constituye la mayor superficie inundable del estado, y conforme se acerca al mar se torna más plana hasta formar una gran zona inundable con abundantes pantanos permanentes.

La vegetación original de la planicie costera estaba conformada por selvas bajas y medianas; sobresalían las selva de tinto y canacoíte. En las partes con inundación permanente se encontraban amplias extensiones de popales y plantas del pantano tabasqueño; sin embargo, a partir de 1960 dio inicio la devastación de la vegetación arbórea para sembrar nuevos cultivos, como caña de azúcar y plátano. Posteriormente empezó el establecimiento de zonas de pastoreo; algunas porciones de terrenos se abandonaron y comenzaron su restauración formando acahuales. Estos últimos son fragmentos de vegetación arbórea de origen secundario y con diferentes grados de restauración (Tudela 1989).

Actualmente, las selvas tabasqueñas se localizan en la zona de la sierra, en lugares de difícil acceso y con pendientes muy marcadas que dificultan el desarrollo agrícola, por lo que aún están conservadas, pero esto no evita que en el futuro estén amenazadas por las actividades antropogénicas (Sánchez y Barba 2005). Pese a esto, los procesos de restauración natural de la cubierta vegetal en la planicie costera del golfo sur se siguen dando de manera eficiente como un proceso ecológico, cuya finalidad es recuperar las condiciones ambientales que prevalecieron al principio y que, por alguna causa, se afectaron negativamente (Sol *et al.* 2002). Por ello, y con el afán de contribuir al conocimiento del desarrollo de la vegetación en sucesiones primarias, se lleva a cabo el presente estudio en el que se habla de restauración como un sinónimo de sucesión para describir cambios en diferentes tipos de vegetación en escalas temporales y espaciales.

Investigaciones y resultados

En el periodo de 2003 a 2007, con la finalidad de evaluar el tiempo de respuesta en la cobertura vegetal en suelos removidos y desprovistos de vegetación, se estudió la restauración natural en 38 sitios perturbados de la planicie costera de Tabasco, la cual abarca los municipios Cunduacán, Centro, Nacajuca y Centla, donde predominaban los pastizales (figura 1), plantaciones agrícolas, drenes (figura 2) y fragmentos de acahuales (Ascencio y Sánchez 2007).

En cada sitio de investigación se establecieron cuadros de monitoreo de 2 x 2 m, los cuales se subdividieron en cuadros de 1 x 1 m, donde se cuantificó la frecuencia de las especies presentes. La frecuencia se considera como la presencia de una especie en un cuadro respecto a los demás; es decir, a la presencia de las especies en los muestreos. Estas unidades de muestreo se evaluaron cada 15 días durante tres meses y, finalmente, a los 12 meses se hizo el último conteo.

Frecuencia

En los primeros 90 días, las especies vegetales pioneras en la cobertura del suelo fueron pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) y pasto guinea (*Panicum maximum*); además, especies como malva (*Malachra alceifolia*), cutumbuy (*Melampodium divaricatum*), camaronera

Ascencio R., J.M., J.M. Sánchez F. y C.J. Martínez T. 2019. Restauración natural en áreas perturbadas dentro de la planicie costera. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 292-296.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Área de pastizal (*Cynodon plectostachyus*). Al fondo se aprecia la regeneración de la cubierta vegetal a tres meses de haber sido alterada. Foto: Jesús Manuel Ascencio Rivera.

Figura 2. Dren colector en el que se observan taludes con cubierta vegetal herbácea después de tres meses de haber sido desasolvado. Foto: Jesús Manuel Ascencio Rivera.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

(*Ludwigia octovalvis*), malva de puerco (*Sida acuta*), zarza (*Mimosa pigra*), flor blanca (*Melanthera aspera*), rompemuelas (*Asclepias curassavica*), entre otras (figuras 3 y 4). Asimismo, se encontraron plántulas de capulín (*Muntingia calabura*), macuilís (*Tabebuia rosea*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*; cuadro 1).

Con base en las observaciones de la mayor parte de los sitios estudiados en los que no se removía el horizonte orgánico del suelo, la germinación y desarrollo de la cubierta vegetal daba inicio a partir de la segunda semana después del abandono de las actividades humanas; sin embargo, cuando era severo el daño al sistema radical y se removía el horizonte orgánico del suelo, el crecimiento de las especies vegetales se retardaba, iniciándose a partir de la cuarta o sexta semana en condiciones favorables de humedad en el suelo.

A los 12 meses de haber empezado la restauración natural, se encontró que las especies con mayor cobertura de suelo son el pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), malva de puerco (*Sida acuta*), flor blanca (*Melanthera aspera*), cutumbuy (*Melampodium divaricatum*), zarza (*Mimosa pigra*, figura 5), jujito (*Passiflora foetida*), moco de pavo (*Heliotropium indicum*, figura 6) y platanillo (*Heliconia latisphata*, figura 5), así como algunas plantas juveniles de macuilis (*Tabebuia rosea*), capulín (*Mutingia calabura*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Al terminar la investigación, se identificaron 129 especies (una de ellas identificada sólo hasta género) que crecen sobre las áreas perturbadas (apéndice 44). En cuanto a las formas biológicas encontradas, las hierbas representaron 51.94%, los árboles 37.21%, los arbustos 9.3%, y palmas 1.55% (cuadro 2). Se separan las palmas de los árboles porque las primeras no presentan crecimiento secundario.

Se observó que durante las inundaciones, cuando la lámina de agua supera los 50 cm de la base del tallo (tronco) de los árboles frutales por más de 30 días, esas especies mueren; sin embargo, árboles como el tucuy (*Pithecellobium lanceolatum*), gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), chelele (*Inga spuria*), tinto (*Haematoxylum campechianum*), guano redondo (*Sabal mexicana*), palma real (*Roystonea dunlapiana*), guano largo (*Attalea butyracea*), macuilís (*Tabebuia rosea*), zapote de agua (*Pachira aquatica*) y caracolillo (*Ormosia macrocalix*), resisten esas condiciones sin ningún problema.

Figura 4. La rompemuelas (*Asclepias curassavica*) en asociación con el pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) creciendo en un pastizal, a tres meses de haber sido eliminada la vegetación. Foto: Jesús Manuel Ascencio Rivera.

Figura 3. Planta del té (*Phyla nodiflora*) creciendo en sitio perturbado, asociada a pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*). Foto: Jesús Manuel Ascencio Rivera.

Cuadro 1. Relación de especies que se encontraron con mayor frecuencia en los sitios de restauración de la planicie costera.

Nombre común	Especie	Frecuencia relativa (%)
Pasto bermuda	*Cynodon dactylon*	3.84
Zarza	*Mimosa pigra*	3.45
Pasto guinea	*Panicum maximum*	3.32
Pasto estrella	*Cynodon plectostachyus*	3.18
Malva	*Malachra alceifolia*	3.18
Flor blanca	*Melanthera aspera*	3.05
Cutumbuy	*Melampodium divaricatum*	2.92
Sauce	*Salix humboldtiana*	2.79
Macuilis	*Tabebuia rosea*	2.65
Capulín	*Muntingia calabura*	2.52
Malva de puerco	*Sida acuta*	2.39
Camaronera	*Ludwigia octovalvis*	2.25
Guácimo	*Guazuma ulmifolia*	2.52

Fuente: Ascencio y Sánchez 2007.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 5. La zarza (*Mimosa pigra*) asociada a platanillo (*Heliconia latisphata*) creciendo en sitio perturbado. Foto: Jesús Manuel Ascencio Rivera.

Figura 6. El moco de pavo (*Heliotropium indicum*) asociada a pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en un sitio perturbado. Foto: Jesús Manuel Ascencio Rivera.

La mayoría de la vegetación herbácea de los ambientes inundables pierden el follaje y parte de sus tallos y ramas; sin embargo, en cuanto las aguas bajan de nivel, estas plantas emiten nuevos brotes y rejuvenecen; este es el caso de algunos pastos, como el bermuda (*Cynodon dactylon*) y alfombrilla (*Eragrostis unioloides*), así como la berenjena (*Solanum campechiense*) y dormilona (*Mimosa pudica*).

En esta investigación también se monitorearon sitios dragados donde la lámina de agua estaba libre de vegetación (figura 2). Se observó que la cobertura de la vegetación acuática (hidrófita) de la superficie de los cuerpos de agua está dada por la profundidad y flujo de líquido. Las especies que inicialmente cubren las láminas de agua en lagunas, ríos y canales son especies libre flotadoras, como el lirio acuático (*Eichornia crassipes*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*, figura 7), oreja de ratón (*Salvinia minima*) y pancilla (*Azolla caroliniana*). Conforme disminuye la profundidad, entre los 50 y 20 cm de lámina de agua, las especies pioneras son el camaroncillo (*Polygonum acuminatum*), camaronera (*Ludwigia octovalvis*), espadaño (*Typha latifolia*) y popal (*Thalia geniculata*), entre otras (cuadro 3).

Cuadro 2. Relación de formas biológicas de plantas localizadas en el suelo de los sitios perturbados, a un año de haber iniciado la restauración.

Forma biológica	Número de especies	Representación (%)
Hierba	67	51.94
Árbol	48	37.21
Arbusto	12	9.30
Palma	2	1.55
Total	**129**	**100.00**

Fuente: Ascencio y Sánchez 2007.

Conclusión

En esta investigación se comprueba que en los sitios donde se removió el suelo y se dejó libre de vegetación, ocurre un proceso de regeneración de la cubierta vegetal, iniciando con germinación de las semillas presentes en el suelo o las que llegan ahí por diferentes vías, que posteriormente se desarrollan y cubren los sitios afectados en los primeros 60 días.

La respuesta de crecimiento de las plantas en sitios sin cobertura vegetal dependerá de la humedad y de la cantidad de semillas que existen en el suelo desnudo. Las especies pioneras en la cobertura de los suelos impactados son principalmente herbáceas, las cuales

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. Lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) creciendo sobre lámina de agua de un dren colector. Foto: Jesús Manuel Ascencio Rivera.

Cuadro 3. Relación de las principales especies vegetales que crecen en los cuerpos de agua en la planicie costera.

Nombre común	Nombre científico	Forma de vida	Profundidad
Lirio acuático	*Eicchornia crassipes*	Flotante	Aguas profundas con poca corriente (flujo)
Lechuga de agua	*Pistia stratiotes*	Flotante	Aguas profundas con poca corriente (flujo)
Oreja de ratón	*Salvinia minima*	Flotante	Aguas profundas con poca corriente (flujo)
Pancilla	*Azolla carolineana*	Flotante	Aguas profundas con poca corriente (flujo)
Camaroncillo	*Polygonum acuminatum*	Enraizado	Aguas someras de 20 a 30 cm de profundidad
Camaronera	*Ludwigia octovalvis*	Enraizado	Aguas someras de 20 a 30 cm de profundidad
Espadaño	*Typha latifolia*	Enraizado	Aguas someras de 50 a 100 cm de profundidad
Popal	*Thalia geniculata*	Enraizado	Aguas someras de 50 a 100 cm de profundidad
Pasto alemán	*Echinochloa polystachya*	Enraizado	Aguas someras de 50 a 100 cm de profundidad
Pasto manatí	*Hymenchne amplexicaulis*	Enraizado	Aguas someras de 20 a 30 cm de profundidad
Pasto pelillo	*Leersia hexandra*	Enraizado	Aguas someras de 20 a 30 cm de profundidad
Pasto camalote	*Paspalum fasciculatum*	Enraizado	Aguas someras de 20 a 30 cm de profundidad
Sombrillita	*Hydrocotile umbellata*	Enraizado	Aguas someras de 20 a 30 cm de profundidad

Fuente: Ascencio y Sánchez 2007.

presentan estrategias reproductivas tipo "r", es decir, las que necesitan pocos requerimientos ambientales para germinar y crecer (Grime 2001); posteriormente se observa la presencia de plántulas e individuos juveniles de arbustos y árboles.

Es necesario continuar con los estudios específicos acerca del crecimiento de las especies pioneras y su asociación con las plántulas e individuos juveniles de árboles; así como investigaciones sobre especies sometidas a inundaciones temporales y permanentes, con la finalidad de conocer los requerimientos ambientales y fisiológicos para su crecimiento, y con esto entender sus estrategias de sobrevivencia.

Referencias

Ascencio, R.J.M. y J.M. Sánchez. 2007. Informe Técnico del Programa de Restauración del Programa Integral Contra las Inundaciones (PICI). SCAOP Gobierno del Estado de Tabasco/ DACBiol-UJAT. Villahermosa (inédito).

Grime, J.P. 2001. *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties*. Jhon Wiley and Sons, Chichester.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1986. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Tabasco. INEGI, México.

——. 2010. Anuario estadístico de Tabasco 2010. INEGI, México.

Sánchez, A.J. y E. Barba. 2005. Biodiversidad de Tabasco. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 1-16.

Sol, S.A., C.E. Zenteno, L.F. Zamora y E. Torres. 2002. Modelo para la restauración ecológica de áreas alteradas. *Kuxulkab'* 7(14):48-60.

Tudela, F. 1989. *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco. Proyecto integrado del golfo*. El Colegio de México, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Servicios ambientales brindados por los ecosistemas y agroecosistemas en la región de La Chontalpa

David Jesús Palma López, César Jesús Vázquez Navarrete, Rosalva Chablé Pascual, Leticia Rodríguez Ocaña, Ena Edith Mata Zayas, Marcos Antonio Morales Garduza y Jacqueline Contreras Hernández

Introducción

Los ecosistemas se definen como sistemas funcionales de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, que albergan diferentes tipos de hábitats. Los agroecosistemas también son ecosistemas, pero son sometidos por el hombre a frecuentes modificaciones de sus componentes vivos y no vivos (Soriano y Aguilar 1998). Los ecosistemas naturales y algunos agroecosistemas brindan diversos servicios ambientales, esenciales para el bienestar de la humanidad; sin embargo, en los últimos años, su proceso de deterioro se ha acelerado a un ritmo alarmante y en muchos casos de manera irreversible, por lo que apartir de la toma de conciencia de estos impactos se han desarrollado estrategias de protección que se llevan a cabo mediante el concepto pago por servicios ambientales (PSA). En Tabasco, Vázquez-Navarrete *et al.* (2011) realizaron un estudio acerca de la valorización económica de los bienes y servicios ambientales en zonas con influencia petrolera. Esta investigación fue apoyada por la Secretaría de Recursos Naturales y Proteción Ambiental (SERNAPAM), y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) con el programa ProÁrbol, mismo que aborda, desde el 2004, el tema de servicios ambientales a través de la protección a la biodiversidad y sistemas agroforestales con cultivo bajo sombra, entre otros. En el estado se ejecutan programas enfocados a conservar los ecosistemas y, con esto, los servicios ambientales que prestan a la sociedad.

Servicios ambientales (SA)

Los servicios ambientales (SA) son servicios gratuitos que los ecosistemas y algunos agroecosistemas proveen a la humanidad si son utilizados de manera sustentable; entre estos se puede mencionar el mantenimiento de condiciones atmosféricas para contar con agua de buena calidad de manera permanente; control de los ciclos hidrológicos, reducción de inundaciones y sequías; protección de las zonas costeras por la generación de suelos fertiles; protección de la biodiversidad; mantenimiento de la polinización; disposición directa de alimentos que provienen de ambientes acuáticos y terrestres; así como contar con mayor bienestar en la salud de los habitantes (Daily 1997).

La clasificación de los servicios ambientales generalmente aceptada (cuadro 1) los divide en cuatro categorías: servicios de regulación, de sustento, de provisión y culturales (MEA 2005).

Pagos por servicios ambientales (PSA)

La definición de PSA es relativamente nueva y es uno de los instrumentos para lograr la conservación de los recursos naturales. Roberson y Wunder (2005) los definen como un mecanismo de compensación económica, mediante el cual los beneficiarios o usuarios del servicio pagan a los proveedores o custodios del servicio.

Los PSA son parte de un paradigma de conservación nuevo y más directo, que reconoce la necesidad de crear puentes entre los intereses de los propietarios de la tierra y los usuarios de los servicios ambientales. Valoraciones teóricas elocuentes han demostrado las ventajas absolutas del PSA sobre los enfoques tradicionales de conservación. El eje fundamental de este nuevo instrumento es desarrollar un mercado, en el cual el proveedor del SA reciba una compensación

Palma-López, D.J., C.J. Vázquez-Navarrete, R. Chablé-Pascual, L. Rodríguez Ocaña, E.E. Mata-Zayas, M.A. Morales-Garduza y J. Contreras-Hernández. 2019. Servicios ambientales brindados por los ecosistemas y agroecosistemas en la región de La Chontalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 297-306.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Clasificación de servicios ambientales brindados por los ecosistemas.

Servicios de regulación	Servicios de sustento	Servicios de provisión	Servicios culturales
Regulación de gases y de la calidad de aire	Formación de suelos	Suministro de agua	Espiritual y religioso
Regulación del clima	Polinización	Alimento	Recreativo y ecoturismo
Regulación de contingencias	Control biológico	Materias primas	Estético
Regulación del agua	Hábitat	Materiales genéticos	Educativo
Regulación de la erosión			Patrimonio cultural
Regulación del ciclo de los nutrientes			
Purificación del agua			
Tratamiento de residuos			

Fuente: MEA 2005.

de parte del usuario; sin embargo, el proveedor debe adoptar prácticas de manejo dirigidas a elevar o, al menos, a mantener la calidad de SA (Pérez *et al*. 2002). La innovación de la propuesta de conservación con el PSA es tener en cuenta a las personas que por mucho tiempo, de forma consciente o inconsciente, han preservado los recursos naturales y por ello obtienen una remuneración. Esta es una importante diferencia respecto a los mecanismos que se siguen con los programas de reservas naturales, ya que estas últimas están dirigidas para conservar y, entre otros aspectos, pocas veces consideran a la población que se encuentra dentro o cerca de la reserva.

Importancia de la determinación del uso ambiental de los ecosistemas y agroecosistemas

Los ecosistemas suministran a la humanidad una gran e importante gama de SA de los que dependemos y que, por muchos años, fueron considerados inagotables (Howarth y Farber 2002). Actualmente es claro que es necesario conservar los ecosistemas en el mejor estado para que sigan proporcionando estos servicios. En Tabasco se han iniciado estudios para conocer la situación de los SA que proporcionan los ecosistemas y algunos agroecosistemas. La primera etapa se enfocó a la región de La Chontalpa (municipios Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo y Paraíso), donde, al utilizar imágenes satelitales de 2009 a una escala de 1:100000, se identificaron los ecosistemas y agroecosistemas (figura 1), así como los servicios ambientales que brindan y que pueden integrarse a un sistema de PSA (cuadro 2).

En el estudio se pudo observar que debido a las actividades antropogénicas, como cambio de uso de suelo, sobrepoblación y deforestación, los ecosistemas de la región de La Chontalpa se han deteriorado, de tal forma que es difícil encontrar ecosistemas bien conservados: sólo se encuentran dos relictos de selvas. La primera es la selva alta perennifolia de la reserva Agua Selva que se ubica en el municipio Huimanguillo, la segunda es la selva mediana perennifolia de la reserva de La Chontalpa localizada en el municipio Cárdenas; sin embargo en el área de estudio se encontró un incremento en la vegetación secundaria (acahual) y persistencia de vegetación hidrófila, que son ecosistemas que brindan algunos SA. En cuanto a los agroecosistemas, poco a poco han incrementado su superficie; a su vez, los servicios ambientales han disminuido, ya que se puede observar un menor suministro y deterioro de la calidad del agua. Se pudo constatar que la erosión del suelo es un problema para la región, ya que es poca la fertilidad y se ha recurrido a productos químicos para la producción; por otro lado, en los últimos años se han tenido problemas de contingencias (inundaciones). Esto pone de manifiesto la importancia de valorar y preservar los ecosistemas y agroecosistemas de la región de estudio, cuya caracterización respecto a los SA se muestra en el cuadro 3.

Selva alta perennifolia (SAP). Se ubica en la parte de mayor elevación en el municipio Huimanguillo (figura 2). La superficie de SAP en el área de estudio es de 505.89 ha; en la región de La Chontalpa es el único relicto que existe. Esta vegetación se ha modificado debido a la tala inmoderada y al cambio de uso de suelo, entre los cuales están la ganadería y la agricultura.

Selva mediana perennifolia (SMP). Se encuentra en la región montañosa de Huimanguillo. Actualmente la superficie es de 1 097.34 ha. Esta zona es muy húmeda y está expuesta a vientos constantes y nieblas continuas. Este tipo de vegetación ha disminuido en los últimos años a causa de la agricultura y la ganadería. Sin embargo, en la planicie del municipio Cárdenas existe

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

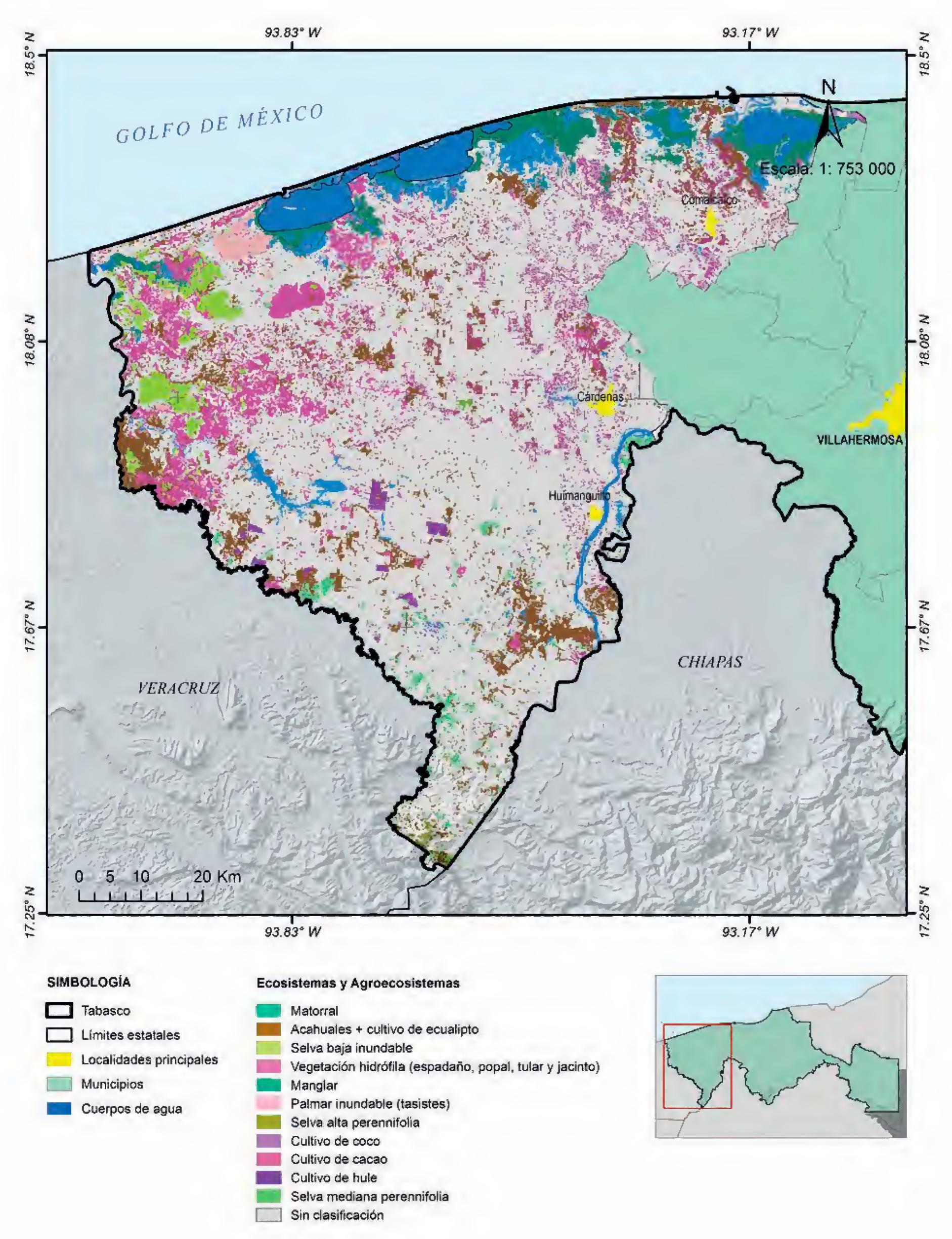


Figura 1. Ecosistemas y agroecosistemas de la región de La Chontalpa. Fuente: elaboración propia a partir de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Servicios ambientales que brindan los ecosistemas y algunos agroecosistemas de la región de La Chontalpa.

Servicios ambientales	Ecosistemas								Agroecosistemas			
	SAP	SMP	AC	MT	SBI	VH	PI	MA	CA	CO	HU	EU
Regulación de gases y de la calidad de aire	•	•	•	•	•	•	•	•				
Regulación del clima	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Regulación de contingencias		•	•	•	•	•	•	•				
Regulación del agua	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Regulación de la erosión	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Regulación del ciclo de los nutrientes	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Purificación del agua												
Tratamiento de residuos												
Formación de suelos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Polinización	•	•	•	•	•	•	•	•				
Control biológico		•	•	•	•	•	•	•				
Hábitat	•	•	•	•	•	•		•				
Suministro de agua	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Alimento	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Materias primas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Materiales genéticos	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Espiritual y religioso												
Recreativo y ecoturismo	•	•	•					•	•	•		
Estético												
Educativo	•	•	•					•	•	•		
Patrimonio cultural	•	•	•					•	•	•		
TOTAL	15	17	17	14	14	14	13	17	12	12	6	6

SAP = selva alta perennifolia, SMP = selva mediana perennifolia, AC = acahual, MT = matorral, SBI = selva baja inundable, VH = vegetación hidrófila, PI = palmar inundable, MA = manglar, CA = cacao, CO = coco, HU = hule, EU = eucalipto. Fuente: elaboración propia.

un relicto SMP con una superficie de 2 202.16 ha y está declarada como reserva de La Chontalpa. Esta área no ha sido modificada en los últimos años, y tiene un total de 3 299.5 ha en la zona de estudio (figura 3).

Acahual (AC). Los sistemas de acahuales en la zona de estudio se presentan en sitios donde anteriormente había selvas, las cuales fueron removidas para destinar la tierra a la agricultura o la ganadería. Sin embargo, después de determinado tiempo, estas áreas fueron abandonadas, por lo que en la región de La Chontalpa se observan fragmentos de vegetación secundaria, mismos que varían en edad, tipo de vegetación y estrato arboreo, entre otras características, lo que propicia una diversidad biológica. Cabe mencionar que estos ecosistemas no se encuentran limitados por el relieve; es decir, a lo largo del área de estudio es uno de los ecosistemas con más superficie: 84 005.34 ha (figura 4).

Matorral (MT). Son comunidades que se desarrollan en una amplia zona de transición ecológica, por lo que se encuentran entre un pastizal abandonado y una vegetación secundaria (acahual); sin embargo, para la región de La Chontalpa, la intervención del hombre es una de las principales causas de la degradación de estos ecosistemas, ya que están dedicados principalmente a la actividad ganadera. La superficie reportada de matorrales en la zona de estudio es de 77 097.18 ha. Similar a los acahuales, los matorrales en la región no se encuentran limitados por el relieve, sino que se encuentran distribuidos a lo largo de la zona de estudio (figura 5).

Selva baja inundable (SBI). El ecosistema de SBI en la región de La Chontalpa abarca una superficie de 11 413.65 ha. Es una comunidad compleja que tiene gran importancia ecológica por su diversidad de especies y hábitat único en las zonas tropicales. En los últimos años se ha ido degradando debido al cambio de uso de suelo (figura 6).

Vegetación hidrófila (VH). La mayoría de este ecosistema se registró en el oeste del área de estudio, con una superficie de 45 531.92 ha. Se observaron, de forma general, masas de vegetación monoespecíficas, en las cuales predominan el popal, el tular y el molinillo. En tiempo de secas, estas áreas se utilizan para la agricultura y ganadería (figura 7).

Palmar inundable (PI). En la región de La Chontalpa los ecosistemas de palmar inundable, o también conocidos como tasistal, han sido fuertemente

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Ecosistemas y agroecosistemas registrados en la región de La Chontalpa.

Ecosistema/ agroecosistema	Características	Vegetación predominante
Selva alta perennifolia	Comunidad dominada por árboles de más 25 m de altura (figura 3). Registra precipitaciones anuales promedio superiores a 2 000 mm, con la presencia de hasta tres o cuatro meses secos; las temperaturas medias anuales varían de 22 a 26°C, con una oscilación entre el más frío y el más cálido de 5 a 7°C. Los tipos de suelos más comunes son del grupo Ferralíticos, los Rendzínicos y los Vertisoles, todos bastante arcillosos y con buenos contenidos de materia orgánica (Rzedowski 2006)	Caoba (*Swietenia microphylla*) Ramón (*Brosimun alicastrum*) Ceiba (*Ceiba petandra*) Lecherillo (*Lonchocarpus* sp.) Ciruelo (*Spondias mombin*) Zopo (*Guatteria anomala*) Palo mulato (*Bursera simaruba*)
Selva mediana perennifolia	Comunidades densas con alturas de 15 a 30 m, ubicadas en altitudes entre los 1 000 y 2 500 msnm tanto de la vertiente del Pacífico como la del golfo. Las precipitaciones anuales son superiores a 1 500 mm. Los suelos en los que se presenta tiene grandes cantidades de materia orgánica sin descomponer, la cual forma un grueso colchón vegetal sobre el que resulta difícil caminar (Pennington y Sarukhán 2005)	Zapote (*Manilkara zapota*) Guanacastle (*Enterelobium cyclocarpum*) Cedro (*Cedrela odorata*) Caoba (*Swietenia microphylla*) Gusano (*Lonchocarpus hondurensis*) Palo amarillo (*Terminalia amazonia*) *Ficus* spp. Distintas especies de lianas y epífitas.
Acahual	Comunidades de vegetación secundaria que crecen en zonas tropicales donde anteriormente había selvas, y fueron removidos para destinar la tierra a la agricultura o la ganadería. Con el abandono de estas actividades productivas, los terrenos se van recuperando de manera natural. Son sistemas de diferentes edades que pueden ser muy diversos y no se encuentran limitados por el relieve topográfico. Estos sitios cuentan con menos de 20 árboles por hectárea, con un diámetro mayor a 25 cm; o bien, que teniendo árboles con diámetros normales de más de 15 cm, cuentan con un área basal por hectárea de menos de 40 m^2.	Guarumo (*Cecropia sp*) Guazimo (*Guazuma ulmifolia*) Jolotzin (*Eliocarpus donell-smithii*) Caobilla (*Trichilia havanensis*) Palo blanco (*Bernardia interrupta*)
Matorral	Comunidad dominada por plantas leñosas mayores a 0.5 m de altura, con los tallos ramificados desde la base. En el matorral abierto los arbustos no se tocan entre sí y frecuentemente presentan un estrato con gramíneas o graminoides. En el matorral denso los arbustos están entrelazados por sus copas (Gonzalez-Medrano 2004)	Zarza (*Mimosa pigra*) Pastos
Selva baja inundable	Vegetación característica en un área de pantano, asociada a especies vegetales arbóreas que se encuentran en terrenos amplios e inundados temporal o permanentemente Son selvas conformadas por árboles y arbustos capaces de crecer en terrenos inundados una buena parte del año o soportar periodos de extrema sequía durante algunos meses; están constituidas por especies que en su mayoría no sobrepasan los 10 o 12 m de altura, presentan troncos sumamente retorcidos y muchos de ellos presentan espinas, crecen en suelos pesados y arcillosos y se les encuentra tanto en depresiones de tierra adentro como en las proximidades de la costa, colindantes a los manglares	Tinto (*Haematoxylum campechianum*) Chechem negro (*Metopium brownei*) Chechem blanco (*Cameraria latifolia*) Pucté (*Bucida buceras*) Zapote de agua (*Pachira acuatica*) Diversidad de epifitas
Vegetación hidrófila	Son agrupaciones de todas las plantas acuáticas que sobreviven en condiciones de inundación o flotan en la superficie del agua, arraigadas en el fondo o desprovistas de órganos de fijación (Zavala *et al.* 1998). Viven tanto en aguas dulces, como en moderadamente salobres, y prefieren sitios tranquilos no afectados por corrientes o con corriente lenta. En su mayoría, este ecosistema se registró en el oeste del área de estudio, en donde se observó que su altura varía entre los 3 y 5 m	Espadañal (*Thypha latifolia*) Popal (*Thalia geniculata*) Molinillo (*Cyperus giganteus*) *Salvinia* sp. *Myriophyllum* sp. *Potamogeton* sp. *Najas* sp. *Utricularia* sp.
Palmar inundable	La palma más frecuente encontrada en condiciones de largos periodos de inundación es el tasiste, esta asociación vegetal se conoce localmente como tasistales. Estos tasistales han sufrido tala debido a la actividad ganadera que ha ocurrido en Tabasco y las quemas anuales.	Tasiste (*Acoelorraphe wrightii*) Espadaño (*Typha latifolia*) *Hibiscus striatus*
Manglares	Comunidad vegetal que se encuentra principalmente en las orillas de las lagunas costeras y desembocaduras de ríos, en zonas con influencia de agua del mar. Son comunidades florísticamente uniformes, compuestas por una o dos especies arbóreas o arbustivas que alcanzan alturas de hasta 25 o 30 m (Novelo y Ramos 2005).	Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) Mangle negro (*Avicennia germinans*) Botoncillo (*Conocarpus erecta*)
Cacao	El árbol de cacao (*Theobroma cacao*) es una planta de tipo tropical que crece en climas cálidos y húmedos; por lo general es un árbol pequeño, entre 4 y 8 m de alto aunque, si recibe sombra de árboles grandes, puede alcanzar hasta 10 m. La madera es de color claro, casi blanco, y la corteza es delgada de color café. El cacao pertenece al género *Theobroma*, que en griego significa alimento de los dioses.	Dentro de estos agroescosistemas, se puede encontrar además: Caoba (*Swetenia macrofyla*) Cedro (*Cedrela odorata*) Macuilis (*Tabebuia rosea*) Melina (*Gmelina arborea*) Teca (*Tectona grandis*)
Coco	El cocotero es una palmera típica que alcanza de 10 a 15 m de altura, de tronco sin ramificar y entrenudos cortos. El estípite termina en un penacho de hojas grandes muy divididas. La base del tronco es cónica muy desarrollada y de ella parten numerosas raíces fibrosas. La corteza es de color grisáceo y la madera amarillenta. Debido a la gran cantidad y longitud de sus raíces logra explorar un amplio volumen de suelo por lo que es capaz de sobrevivir en suelos muy pobres en nutrientes. Esta capacidad de enraizamiento lo hace muy resistente a los vientos, por lo que sirve como protector y afianzador de las costas (Salcedo 1986).	Coco (*Coco nucifera*) Pasto humidicola (*Brachiaria humidicola*) Pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*)
Hule	Es un árbol monoico que alcanza de 15 a 30 m de altura y de 20 a 60 cm de diámetro. La copa es esférica o piramidal. El tronco es recto y cilindrico. La corteza es de color crema o marrón claro. Se cultiva en tierras bajas tropicales de 0 a 1 100 msnm. El árbol requiere suelos profundos, fértiles y permeables (Rojo-Martínez *et al.* 2005)	Hule (*Hevea brasiliense*)
Eucalipto	Es un árbol de hasta 40 m de altura con corteza gris plata. Las hojas juveniles son ovales o cordadas. Las hojas viejas son enteras, falciformes, coriáceas y con nerviaciones secundarias que se anastomosan cerca de los márgenes. Se pueden observar numerosas glandulas secretoras esquizógenas. Las flores son solitarias. El fruto es globoso y con cuatro costillas. Esta especie tiene gran importancia comercial.	Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Fuente: elaboración propia con información de las referencias citadas dentro del cuadro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

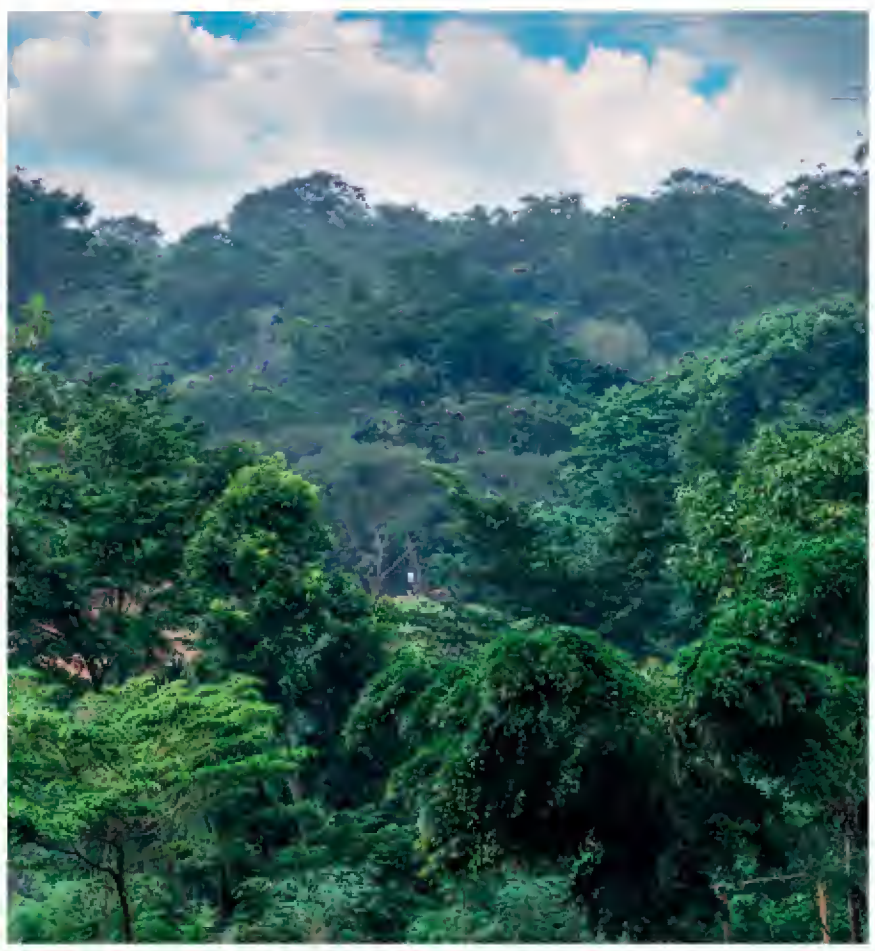


Figura 2. Ecosistema de selva alta perennifolia. Foto: Marcos A. Morales Garduza.

Figura 3. Ecosistema selva mediana perennifolia. Foto: Jacqueline Contreras Hernández.

Figura 4. Ecosistema de acahual. Foto: Rosalva Chablé Pascual.

Figura 5. Ecosistema de matorral. Foto: Rosalva Chablé Pascual.

impactados principalmente por las quemas anuales de los pobladores y para el establecimiento de ganadería intensiva, por lo que la superficie que aún se registra para la presente investigación es de 4 261.85 ha. El sistema de palmar inundable es una comunidad integrada por masas más o menos puras de palma que pertenecen a la especie *Acoelorrhaphe wrightii*. Actualmente se encuentran formando pequeños manchones (figura 8).

Manglares (MA). Para la región de La Chontalpa se puede observar que, en la parte norte, se encuentran los sistemas de manglares que, según la NOM-022-SEMARNAT-2003 (SEMARNAT 2003), son áreas con categoría de protección especial. Asimismo se pudo determinar que se tiene una superficie de 24 916.09 ha. A pesar de su estatus de protección, los mamglares son afectados por actividades antropogénicas, principalmente cambio de uso de suelo (figura 9).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 6. Ecosistema de selva baja inundable. Foto: Rosalva Chablé Pascual.

Figura 7. Ecosistema de vegetación hidrófila. Foto: Rosalva Chablé Pascual.

Figura 8. Ecosistema de palmar inundable. Foto: Rosalva Chablé Pascual.

Figura 9. Ecosistema de manglar. Foto: Rosalva Chablé Pascual.

Agroecosistemas

En la región de La Chontalpa existe una diversidad de agroecosistemas, pero sólo algunos son aptos para proporcionar servicios ambientales, por lo que para el presente estudio únicamente se consideraron cultivos que suelen tener características ecológicas e importancia económica; entre ellos, el cultivo de cacao asemeja a los bosques tropicales. Otros agroecosistemas de igual importancia son los agroforestales, ya que son especies arbóreas sembradas principalmente con fines comerciales (eucalipto y hule) y de largo periodo de crecimiento.

Cultivo de cacao (CA). El sistema cacaotal en la región de La Chontalpa es una de las principales actividades económicas, especialmente para los municipios Cárdenas y Comalcalco. El cultivo de cacao reporta una superficie de 41 297.97 ha (figura 10). Cabe

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

mencionar que actualmente se ha visto con problemas de plagas (moniliasis), por lo que muchos productores tienden a tirar todo el cultivo cuando lo ven afectado, ya que no les es redituable y tienden a sembrar otro cultivo (caña).

Cultivo de coco (CO). Este cultivo es principalmente la asociación de pasto y de coco. Para la zona costera de la región de La Chontalpa es una de las principales actividades económicas, por lo que la superficie reportada es de 8 152.88 ha (figura 11). Este agroecosistema sufre de plagas (amarillamiento), por lo que muchas veces los productores se ven obligados a dedicarse a otras actividades productivas.

Plantación de hule (HU). En la zona de la región de La Chontalpa existe una superficie de 3 579.98 ha del agroecosistema hule, la cual está registrada ante la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesca (SEDAFOP), y tiene una importancia económica para la zona debido a que se consideran plantaciones a largo plazo (figura 12).

Plantación de eucalipto (EU). Este agroecosistema está representado con una superficie de 14 319.62 ha. Tiene gran importancia comercial para la zona y es una plantación de periodo largo (figura 13). Los productores que se dedican a esta actividad no talan del todo las plantaciones, sino que van seleccionando ciertas áreas que conservan y, al mismo tiempo, van sembrando nuevas, por lo que la superficie ocupada con estas plantaciones sufren menos impacto.

Conclusión

Es indispensable caracterizar los recursos naturales para identificar los servicios ambientales que actualmente brindan los ecosistemas y agroecosistemas presentes en la región de La Chontalpa. Lamentablemente, en el área de estudio, los ecosistemas originales han sido sustituidos por agroecosistemas que, en la mayor parte de los casos, no proporcionan servicios ambientales, como es el caso de los monocultivos. Sin

Figura 11. Plantación de cococtero. Foto: Marcos A. Morales Garduza.

Figura 10. Plantación de cacao. Foto: Marcos A. Morales Garduza.

Figura 12. Plantación de hule. Foto: Marcos A. Morales Garduza

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 13. Plantación de eucalipto. Foto: Marcos A. Morales Garduza.

embargo, existen algunos agroecosistemas, como el cacaotal, que tienen componentes similares a los de una selva mediana perennifolia, por lo que los servicios ambientales que brindan son muy parecidos. Por ello es preciso incentivar su conservación para mantener la diversidad que albergan y los servicios ambientales que prestan.

Dada la vulnerabilidad de Tabasco y de la región de La Chontalpa por los cambios antropogénicos (cambio de uso de suelo, la deforestación y otros), es necesario que se desarrolle y difunda la información acerca de los SA que brindan los ecosistemas y agroecosistemas presentes en la entidad, con el objetivo de favorecer la conservación y recuperación de la cobertura forestal y la biodiversidad. Por ello es conveniente ampliar este tipo de trabajos al resto del territorio estatal y que la SERNAPAM, como cabeza de sector, desarrolle un plan agresivo de difusión ante los campesinos que poseen las áreas en las que se ubican estos SA, con la finalidad de mostrarles el valor de estos servicios e incentivarlos económicamente para que cuiden y salvaguarden los ecosistemas y agroecosistemas que los generan.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento del presente trabajo a la Secretaría de Recursos Naturales y Proteccion Ambiental del estado de Tabasco.

Referencias

Daily, G.C. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Whashington.

González-Medrano, F. 2004. *Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. SEMARNAT, México.

Howarth, R.B. y S. Farber. 2002. Accounting for the value of ecosystem services. *Ecological Economics* 41:421-429.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Island Press, Washington.

Novelo, R.A. y L.V. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: *Biodiversidad en el estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 111-144.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Palma-Lopez, D.J., C.J. Vazquez-Navarrete, E.E. Mata-Zayas *et al.* 2011. *Zonificación de ecosistemas y agroecosistemas susceptibles de recibir pagos por servicios ambientales en La Chontalpa, Tabasco*. Coleccion Bicentenario Jose Narciso Rovirosa. SERNAPAM/Colegio de Postgraduados/PEMEX, Tabasco.

Pennington, T.E. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. UNAM/FCE, México.

Pérez, C.J., R. Barzev, P. Herlant *et al.* 2002. *Pago por servicios ambientales: conceptos, principios y su realización a nivel municipal*. Programa para la Agricultura Sostenible, en Laderas de América Central, Nicaragua.

Robertson, N. y S. Wunder. 2005. *Huellas frescas en el bosque. Evaluación de iniciativas incipientes de pagos por servicios ambientales en Bolivia*. Center for International Forestry Research, Indonesia.

Rojo-Martínez, G.E., J. Jasso-Mata, J.J. Vargas-Hernández *et al.* 2005. Biomasa aérea en plantaciones comerciales de hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) en el estado de Oaxaca, México. *Agrociencia* 39:449-456.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1a edición digital. CONABIO, México.

Salcedo, G.J.G. 1986. *La producción coprera en el estado de Tabasco*. UACH, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Publicada el 10 de abril de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 7 de mayo de 2004.

Soriano, A. y M.R. Aguilar. 1998. Estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. *Ciencia e Investigación* 50:63-73.

Vázquez-Navarrete, C.J., E.E. Mata-Zayas, D.J. Palma-López *et al.* 2011. *Valoración económica de los bienes y servicios ambientales en zonas con influencia petrolera en Tabasco*. SERNAPAM, México.

Zavala, C.J., D.J. Palma-López, J. Jasso-Mata *et al.* 1998. *Cartografía de suelos, uso actual y vegetación del activo Cinco Presidentes, Tabasco*. Informe Técnico. Colegio de Postgraduados, México.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Estudio de Caso: El agroecosistema cacao y su función en la conservación de la biodiversidad

Magdiel Torres de la Cruz y Carlos Fredy Ortiz García

Introducción

Un agroecosistema, también conocido como sistema agrícola, es un ecosistema que se encuentra sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos (Soriano y Aguilar 1998). Los cacaotales (plantaciones de cacao) de Tabasco se caracterizan por ser un agroecosistema arbolado de sombra, que forma un paisaje heterogéneo por la riqueza florística asociada a ellos. La especie que domina en este agroecosistema es el cacao (*Theobroma cacao*; figura 1), árbol nativo de la selva tropical húmeda americana, particularmente de la cuenca amazónica (Whitlock *et al.* 2001). Por las condiciones climáticas donde se cultiva y por establecerse bajo un dosel diversificado en especies de sombra, este agroecosistema tiene similitud con las selvas tropicales (Greenberg *et al.* 2000, Pérez-de la Cruz *et al.* 2009; figura 2).

Tabasco posee 70% de la superficie sembrada con cacao a escala nacional (SIAP 2009). En el estado se cultivan dos subespecies de cacao: el cacao criollo (*T. cacao* ssp. *cacao*) y el cacao forastero (*T. cacao* ssp. *sphaerocarpum*) (Cuatrecasas 1964). Sus plantaciones se distribuyen en áreas originalmente selváticas, principalmente en las tierras bajas (Pérez-Sánchez 2007). La región de la Chontalpa (conformada por los municipios Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo, Jalpa de Méndez, Nacajuca y Paraíso) es la que histórica y actualmente posee la mayor superficie sembrada. Otras regiones productoras son Centro (municipio Centro) y Sierra (municipios Teapa y Tacotalpa). En conjunto, 41 086 ha constituyen la masa arbolada de cacao en la entidad (OEIDRUS 2010).

Este agroecosistema es un elemento que determina el mantenimiento del equilibrio ambiental, ya que proporciona hábitats para un amplio espectro de especies animales, como las aves migratorias y residentes, insectos, mamíferos y reptiles, que se benefician de los distintos microhábitats que allí se encuentran (vegetación, recursos alimentarios, refugio y conectividad). Además, aporta una cantidad significativa de materia orgánica que protege el suelo (Rice y Greenberg 2000, Rivas-Rojas 2005) y es un importante recurso para 29 505 familias (OEIDRUS 2010) que, además del grano del cacao, aprovechan especies maderables y frutales, así como animales para su alimentación y venta de excedentes al mercado (Córdova-Avalos *et al.* 2001, 2008).

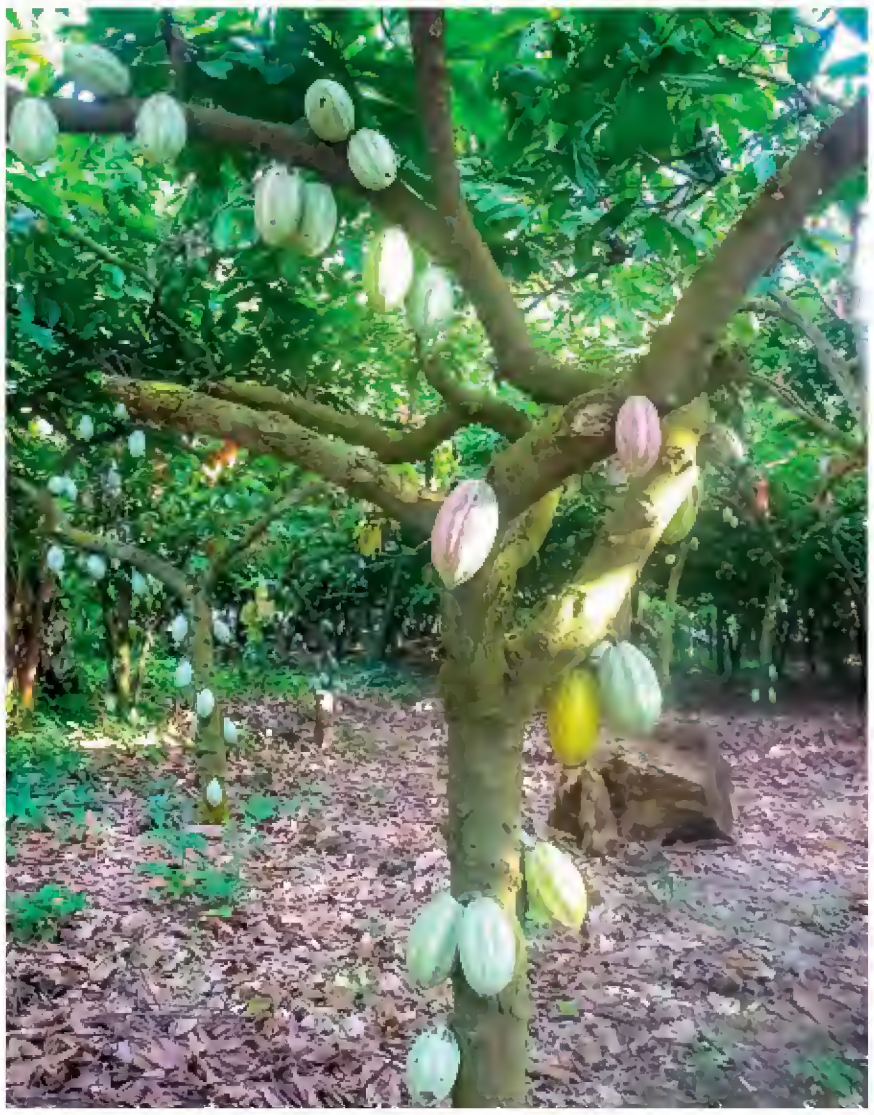


Figura 1. Planta de cacao con frutos. Foto: Magdiel Torres de la Cruz.

Torres-de la Cruz, M. y C.F. Ortiz-García. 2019. El agroecosistema cacao y su función en la conservación de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 308-312.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

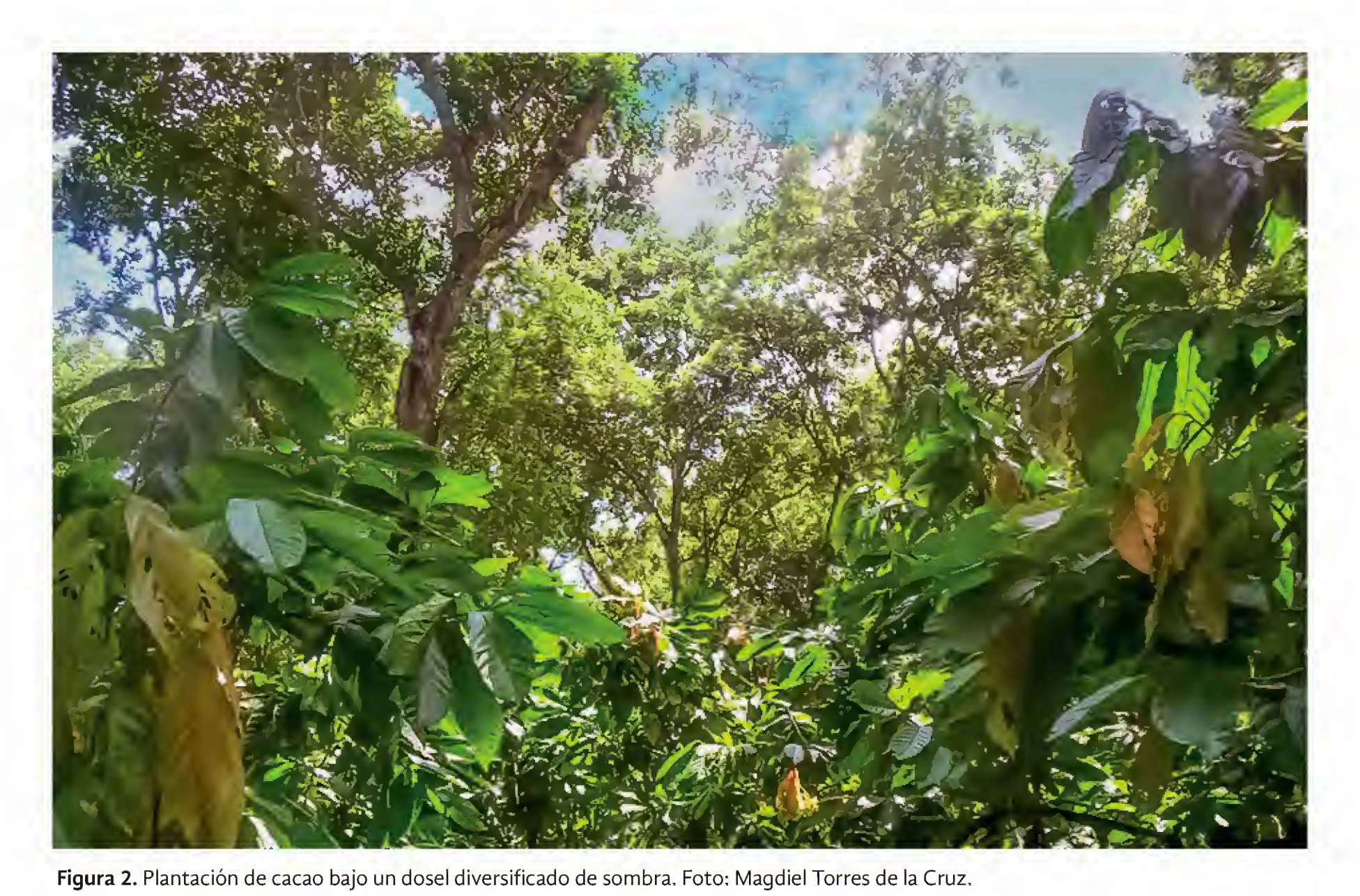


Figura 2. Plantación de cacao bajo un dosel diversificado de sombra. Foto: Magdiel Torres de la Cruz.

Vegetación asociada

La vegetación asociada al cultivo del cacao está constituida por 63 especies que son utilizadas como árboles de sombra, maderables y frutales, entre otros usos (apéndice 45). Estas especies representan 25 órdenes y 36 familias. Las familias mejor representadas son Leguminosae y Rutaceae, con siete y cinco especies, respectivamente (Greenberg *et al.* 2000, Córdova-Ávalos *et al.* 2001, Ibarra *et al.* 2001, Muñoz *et al.* 2005 y Pérez-de la Cruz *et al.* 2009). Los árboles asociados al cultivo tienen una altura promedio de 15.2 m (± 4 m), mientras que los árboles de cacao miden, en promedio, 4.4 m (± 1 m). Las especies más abundantes en los cacaotales de Tabasco son el cocohite (*Gliricidia sepium*), moté (*Erythrina americana*), chipilcohíte (*Dyphysa robinioides*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), eritrina (*Erythrina fusca*), tatuán (*Colubrina arborescens*), árbol de hule (*Castilla elastica*), hule (*Hevea brasiliensis*), hormiguillo (*Cordia alliodora*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), cedro (*Cedrela odorata*), macuilís (*Tabebuia rosea*), mango (*Mangifera indica*), coco (*Cocos nucifera*) y guarumo (*Cecropia obtusifolia*; Greenberg *et al.* 2000, Ibarra *et al.* 2001).

Avifauna

Junto con las plantaciones de café bajo sombra, las de cacao mantienen más aves que la mayoría de otros hábitats agrícolas (Greenberg *et al.* 2000). Los estudios

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de avifauna en los cacaotales de Tabasco registran 118 especies (uno de los registros sólo identificado hasta género), de las cuales 84 (71%) son residentes y 34 (29%) migratorias (Greenberg *et al.* 2000, Ibarra *et al.* 2001; apéndice 46). Esta cantidad de especies constituye 24% del total de aves registradas para el estado (Winkler *et al.* 1999, Chablé-Santos *et al.* 2005) y representan 14 órdenes y 32 familias. Las familias mejor representadas son Parulidae y Tyrannidae con 22 y 14 especies respectivamente. Las especies de aves residentes más abundantes son Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), matraca tropical (*Campylorhynchus zonatus*), carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons*), tordo cantor (*Dives dives*), mirlo pardo (*Turdus grayi*), charapapám (*Cyanocorax morio*), zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), bolsero de altamira (*Icterus gularis*), pijul (*Crotophaga sulcirostris*), paloma morada (*Columba favirostris*), chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) y picurero cabeza negra (*Saltator atriceps*; Greenberg *et al.* 2000, Ibarra *et al.* 2001). Predominan las aves insectívoras y le siguen las frugívoras, granívoras, nectarívoras, y otras. En el conjunto de aves migratorias, las especies más abundantes son chipe amarillo (*Dendroica petechia*), perlita azul-gris (*Polioptila caerulea*) y chipe de magnolia (*D. magnolia*; Ibarra *et al.* 2001).

Mamíferos

La información referente a los mamíferos en los cacaotales es limitada. Muñoz *et al.* (2005) reportan al mono aullador (*Alouatta palliata*), tres especies de murciélagos o quirópteros (*Artibeus jamaicencis*, *Sturnira lilium y Molosus* sp.), puerco espín arborícola (*Sphiggurus mexicanus*), tlacuache (*Didelphis virginiana*) y la ardilla mexicana (*Sciurus aureogaster*). Los cacaotales de Tabasco favorecen la persistencia de poblaciones de monos (primates). Aparentemente este tipo de agroecosistema fomenta la conectividad estructural del paisaje, lo que permite a los monos el uso de la vegetación como trampolín para moverse de un punto a otro en el paisaje, o su aprovechamiento como sitio de forrajeo y de residencia temporal o permanente (Muñoz *et al.* 2005). De manera similar, los murciélagos mantienen una relación mutualista con el cultivo de cacao, que les sirve de refugio y les proporciona una gama de recursos alimenticios (Rivas-Rojas 2005).

Insectos

Los estudios sobre insectos asociados a los cacaotales fueron hechos por Pérez-de la Cruz y colaboradores (2009, 2007), quienes identificaron 93 familias de insectos que pertenecen a nueve órdenes (Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Isoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Orthoptera, Thysanoptera y Psocoptera); de éstas, Diptera, Coleoptera y Hemiptera, en conjunto, incluyen a 74% del total de las familias identificadas (apéndice 47).

En el orden Diptera, los géneros *Culex* y *Aedes* (familia Culicidae) son de importancia para la entomología médica debido a que actúan como vectores de enfermedades humanas, como fiebre amarilla, filariosis, dengue y encefalitis (Díaz-Najera y Vargas 1973). El género *Lutzomya* (familia Psychodidae) también es de interés médico o para la salud pública en la región, ya que transmite la Leishmaniasis (Velasco-Castrejón *et al.* 1994). En el orden Coleóptera, Pérez-de la Cruz y colaboradores (2009) reportaron 34 especies de escarabajos descortezadores (familia Scolytidae; uno de los registros sólo identificado hasta género) en el agroecosistema cacao (apéndice 48), de las 44 reportadas para Tabasco (Schedl 1940, Equihua y Burgos 2002, Estrada y Atkinson 1988, Pérez-de la Cruz *et al.* 2007). Los géneros con más riqueza de especies son *Xyleborus* e *Hypothenemus*, y las especies más abundantes son *H. eruditus*, *X. affinis*, *X. volvulus* y *Coptoborus pseudotenuis*. Del orden Hemiptera, la familia Aphididae está constituida por las especies *Toxoptera aurantii* y *Pentalonia nigronervosa*; la primera es una de las principales plagas del cultivo de cacao en la entidad. En este mismo orden, la familia Miridae también posee especies dañinas para el cacao, y sobresalen las chinches de los géneros *Shalbergella*, *Distantiella*, *Monalonion* y *Helopeltis*.

La especie *Selenothrips rubrocinctus* (trips) del orden Thysanoptera (familia Thripidae) también es considerada una plaga importante del cacao en Tabasco ya que, al ocasionar la quema y caída de las hojas, afecta sensiblemente la fotosíntesis y con ello la producción (Sánchez-Soto y Rodríguez-Lagunes 1995).

Arácnidos

En el agroecosistema cacao, dentro del grupo de los arácnidos (clase Arachnida), las arañas tejedoras (orden Araneae) son las únicas que se han estudiado. Pérez-de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la Cruz y colaboradores (2007) reportan 54 especies (20 de los registros sólo identificado hasta género) que corresponden a siete familias: Araneidae, Theridiidae, Tetragnathidae, Uloboridae, Dyctinidae, Linyphiidae y Pholcidae. Las familias mejor representadas son Araneidae y Theridiidae, con 25 y 15 especies respectivamente (apéndice 49). Estos organismos son depredadores generalistas que contribuyen conjuntamente a regular las poblaciones de insectos. Existen especies como *Cyclosa caroli* (Araneidae) y *Chrosiothes portalensis* (Theridiidae) que constituyen especies promisorias para control biológico de plagas (Pérez-de la Cruz *et al*. 2007), debido a que presentan más afinidad en la captura de escolítidos (escarabajos descortezadores) y termitas, respectivamente.

Conclusión y recomendaciones

La diversidad vegetal del agroecosistema cacao resulta en un paisaje heterogéneo que difiere estructuralmente, de modo significativo, de aquellos altamente homogéneos dominados por pastizales y otros monocultivos. El cacaotal como agroecosistema arbolado tiene potencial en conservar una importante diversidad de aves, mamíferos y artrópodos, por lo que el mantenimiento de plantaciones de cacao bajo sombra es una alternativa de uso sostenible, mitigación y recuperación, frente a la continua desaparición de la cobertura forestal y pérdida de biodiversidad en Tabasco. La continuidad del cultivo de cacao bajo sombra puede mantener, al menos a escala estatal, parte de la biodiversidad en un paisaje tropical dominado por la agricultura y actividad industrial.

Son necesarios estudios que permitan conocer con precisión la diversidad de especies (animales, vegetales, hongos y bacterias) y los servicios ambientales que aporta el agroecosistema cacao para el mantenimiento de la biodiversidad y para las actividades humanas. Se deben considerar la emisión de oxígeno, generación de suelos, conservación de agua, captura de carbono, mantenimiento de hábitat para la vida salvaje, termorregulación climática, conectividad estructural de paisajes, ciclo de nutrientes, control natural de plagas, belleza escénica y recreación.

El pago por servicios ambientales puede ser utilizado como incentivo para dar mantenimiento a las 41 086 ha de cacao existentes en la entidad, establecer nuevas plantaciones, incrementar especies arbóreas, crear mercados para ecoservicios, sustentar la actividad económica regional, reducir la migración del campo a la ciudad, aportar capital humano para la conservación, y valorar el ambiente.

Referencias

Chablé-Santos, J.B., P. Escalante-Pliego y G. López-Santiago. 2005. Aves. En: *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Instituto de Biología-UNAM/CONABIO, México, pp. 261-282.

Córdova-Ávalos, V., H.M. Sánchez, C.N.G. Estrella *et al*. 2001. Factores que afectan la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el ejido Francisco I. Madero del Plan Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 17:93-100.

Córdova-Ávalos, V., J.D. Mendoza-Palacios, L. Vargas-Villamil *et al*. 2008. Participación de las organizaciones campesinas en el acopio y comercialización del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 24:147-158.

Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Contributions from the United States National Herbarium* 35:379-614.

Díaz-Najera, A. y L. Vargas. 1973. Mosquitos mexicanos, distribución geográfica actualizada. *Revista de Investigación en Salud Pública* 33:111-125.

Equihua, M.A. y S.A. Burgos. 2002. Scolytidae. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. B.J. Llorente y J.J. Morrone (eds.). CONABIO/ Instituto de Biología-UNAM, México, pp. 539-557.

Estrada, V.A. y T.H. Atkinson. 1988. Scolytidae y Platypodidae (Coleoptera) de Escárcega, Campeche, México. Biogeografía, biología, importancia económica y una lista comentada de especies. *Anales del Instituto de Biología-UNAM (Serie Zoología)* 58:199-220.

Greenberg, R., P. Bichier y A.A. Cruz. 2000. The conservation value for birds of cacao plantations with diverse planted shade in Tabasco, Mexico. *Animal Conservation* 3:105-112.

Ibarra, M.A.C., W.S. Arriaga y M.A. Estrada. 2001. Avifauna asociada a dos cacaotales tradicionales en la región de la Chontalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 34:101-112.

Muñoz, D., A. Estrada y E. Naranjo. 2005. Monos aulladores (*Alouatta palliata*) en una plantación de cacao (*Theobroma cacao*) en Tabasco, México: aspectos de la ecología alimentaria. *Universidad y Ciencia* (número especial) 2:35-44.

OEIDRUS. Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable en el Estado de Tabasco. 2010. Producción agrícola. En: ‹*http://www.oeidrustab.gob.mx/*›, última consulta: diciembre de 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pérez-de la Cruz, M., S. Sánchez-Soto, C.F. Ortíz-García *et al.* 2007. Diversidad de insectos capturados por arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en el agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology* 36:90-101.

Pérez-de la Cruz, M., A. Equihua-Martínez, J. Romero-Nápoles *et al.* 2009. Escolítidos (Coleoptera: Scolytidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology* 38:1-8.

Pérez-Sánchez, J.M. 2007. *Desarrollo local en el trópico mexicano. Los camellones chontales de Tucta, Tabasco*. Tesis de maestría en antropología social. Universidad Iberoamericana, México.

Rice, R.A. y R. Greenberg. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 3:167-176.

Rivas-Rojas, E.S. 2005. Diversity bats of dry forest and cocoa plantation. *Lyonia* 8:29-39.

Schedl, K.E. 1940. Scolytidae, Coptonotidae y Platypodidae mexicanos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN* 1:317-378.

Sánchez-Soto, S. y D.A. Rodríguez-Lagunes. 1995. Evaluación de insecticidas sobre *Selenopthrips rubrocinctus* (Giard) (Thysanoptera: Thripidae) y *Toxoptera aurantii* (B. de F.) (Hemiptera: Aphididae) en el cacao de Tabasco, México. *Agrotrópica* 7:27-30.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En: ‹*http:// www.siap.gob.mx/*›, última consulta: diciembre de 2009.

Soriano, A. y M.R Aguilar. 1998. Estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. *Ciencia e Investigación* 50:63-73.

Velasco-Castrejón, O., B.R. Sánchez y F.A. Torrentera. 1994. *La leishmaniasis con especial referencia a México*. Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos, México.

Whitlock, B., C. Bayer y D. Baum. 2001. Phylogenetic relationships and floral evolution of the Byttnerioideae ("Sterculiaceae" or Malvaceae s.l.) based on sequences of the chloroplast gene *ndh*F. *Systematic Botany* 26:240-437.

Winkler, K., W.S. Arriaga, P.J.L. Trejo y P. Escalante. 1999. Notes on the avifauna of Tabasco. *Wilson Bulletin* 111:229-235.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Sitios potenciales para el establecimiento de pago de servicios ambientales en la región de La Chontalpa

David Jesús Palma López, César Jesús Vázquez Navarrete, Rosalva Chablé Pascual, Ena Edith Mata Zayas, Antonio López Castañeda, Marcos Antonio Morales Garduza y Jacqueline Contreras Hernández

Introducción

Actualmente los recursos naturales están resintiendo un notable deterioro debido a la presión que ejerce el crecimiento demográfico. Esto provoca que los ecosistemas registren una acelerada desaparición e irreversible pérdida de su biodiversidad; sin embargo, en los últimos años se ha tomado conciencia de la importancia de los recursos naturales y de los servicios ambientales que los ecosistemas brindan, sobre todo por el interés y la preocupación ciudadana de detener el deterioro ambiental. La inquietud mundial por aminorar la pérdida de biodiversidad requiere del diseño e implementación de estrategias viables y efectivas para conservar los ecosistemas. Una nueva generación de iniciativas de conservación pretende crear sistemas en los que los usuarios de uno o más servicios ambientales compensen a los representantes del recurso por la conservación de dichos servicios; estos sistemas son denominados pagos por servicios ambientales (PSA). Se trata de instrumentos económicos diseñados para proporcionar incentivos o compensación a usuarios que adopten prácticas para el cuidado del ambiente y, de esta forma, conservar los recursos naturales, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental a la humanidad (Wunder 2006).

En México, desde 2004, se empezó a tener claro el concepto *servicio ambiental*, y actualmente es una de las naciones que han diseñado y puesto en marcha el PSA (SEMARNAT 2004).

Por su diversidad biológica y física, Tabasco cuenta con el potencial para seleccionar sitios que, por los servicios ambientales que brindan, puedan integrarse al sistema de PSA. Por ello, la Secretaría de Recursos Naturales y Protección al Ambiente (SERNAPAM), dependencia estatal, dio inicio al estudio de identificación y caracterización de servicios ambientales que brindan los ecosistemas y agroecosistemas para su valorización, con el fin de que puedan ser susceptibles a recibir el PSA. En este trabajo se presentan los avances que se tienen en la identificación de tales sitios en cuatro municipios de Tabasco (Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo y Paraíso).

Descripción del área de estudio y método

El área de estudio se localiza en la región de La Chontalpa, y abarca cuatro municipios (Huimanguillo, Cárdenas, Comalcalco y Paraíso). Dicha área se dividió en seis zonas fisiográficas: sierra, lomeríos, vega de río, llanura aluvial, llanura de inundación y costa (figura 1). El propósito de zonificar el área de estudio fue separar sitios de acuerdo con su importancia biológica y de los servicios ambientales que brinda cada uno, para determinar los ecosistemas naturales y los agroecosistemas. La delimitación de las zonas fisiográficas se llevó a cabo con imágenes de satélite SPOT, de 2009. En cada una de las zonas se interpretaron las imágenes para elaborar un mapa de uso de suelo y tipos de vegetación del área de estudio, a escala 1:50 000. Además de mostrar la variación y ordenación del medio natural, esta zonificación fisiográfica constituye la base para referir la localización y distribución espacial de las distintas condiciones ambientales y los patrones de uso de la tierra. Dichas características climáticas y topográficas se reflejan en una riqueza florística, así como una gran variabilidad de ecosistemas naturales y un diverso mosaico de cultivos.

Palma-López, D.J., C.J. Vázquez-Navarrete, R. Chablé-Pascual, E.E. Mata-Zayas, A. López-Castañeda, M.A. Morales-Garduza y J. Contreras-Hernández. 2019. Sitios potenciales para el establecimiento de pago de servicios ambientales en la región de La Chontalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 313-324.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

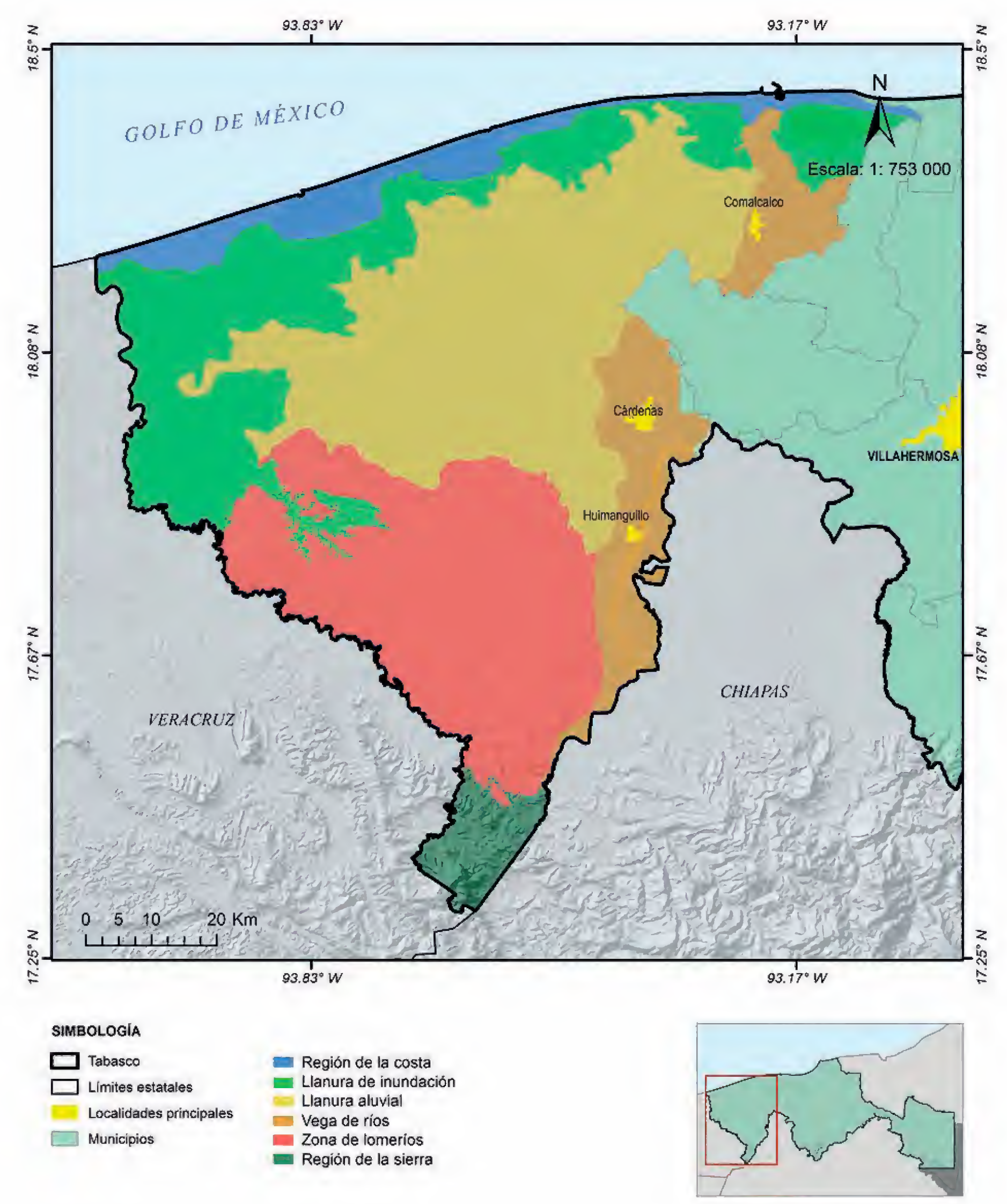


Figura 1. Ubicación del zonas fisiográficas presentes en la región de La Chontalpa. Fuente: elaboración propia con datos de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Zonas fisiográficas y sus características

A partir de este estudio se generaron mapas en los que se observa la ubicación de los ecosistemas y agroecosistemas para cada zona fisiográfica y los sitios (poblados, ejidos y rancherías) susceptibles de pagos por servicios ambientales. La zona de estudio consta de una superficie de 693 883.895 ha. El área con más extensión territorial está representada por la llanura aluvial (33%), seguida por la de lomerío (25%; figura 2).

Zona sierra. Aquí se encuentran los últimos relictos de selvas altas del estado y los ecosistemas de la zona sierra son acahual, matorral, selva mediana perennifolia, selva alta perennifolia, cacaotal y pastizal (figura 3).

Zona lomeríos. La vegetación que domina es una sabana de origen antropomórfico en la que predominan pastos nativos tolerantes a las quemas anuales, alternadas con árboles retorcidos. La vegetación asociada en la zona es: acahual, matorral, selva mediana perennifolia, vegetación hidrófila, pastizal, cacao, cítricos, eucalipto, hule y piña (figura 4).

Zona vega de río. Esta zona fisiográfica se localiza en forma paralela al recorrido de los ríos y arroyos importantes; La Chontalpa inicia en el río Mezcalapa. La vega de río está formada por arrastres y deposiciones de distintos materiales sedimentarios. Los ecosistemas de la zona son acahual, mangle, matorral, vegetación hidrófila, cuerpo de agua, cacao, caña, cítricos, coco, pastizal y plátano (figura 5).

Zona llanura aluvial. Se conoce como Planicie Costera del Golfo. Fisiográficamente constituye una extensa área plana de origen aluvial. La vegetación en esta zona es de acahual, matorral, selva mediana perennifolia, vegetación hidrófila, pastizal, arroz, cacao, caña, cítricos, coco y piña (figura 6).

Zona llanura de inundación. Se caracteriza por poseer superficies inundadas e inundables la mayor parte del año, principalmente con agua dulce y, en ocasiones, con agua salada. Fisiográficamente se caracteriza por presentar un drenaje natural deficiente que no facilita la salida del agua excedente. La vegetación natural esta compuesta principalmente por acahual, mangle, matorral, palmar inundable, selva baja inundable, vegetación hidrofila, pastizal, cacao, citricos y coco (figura 7).

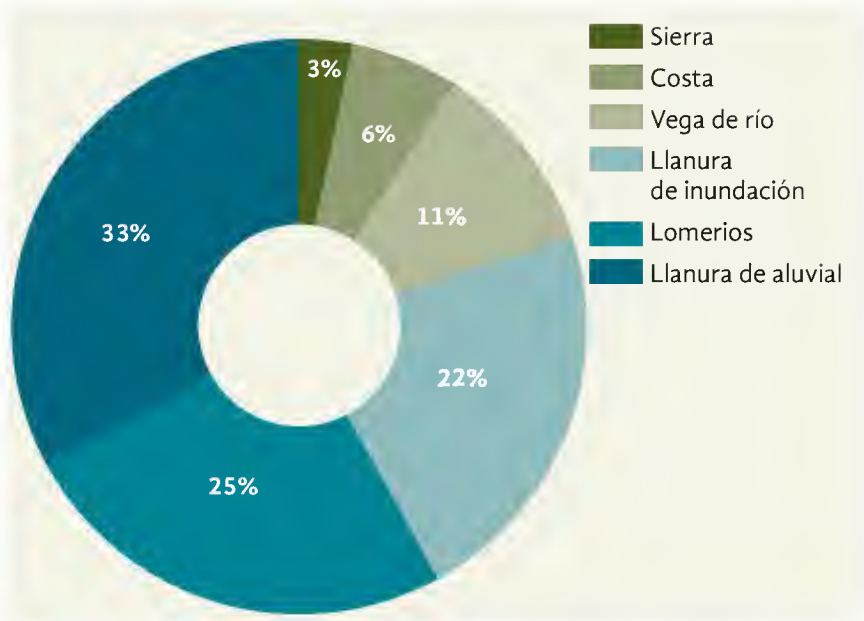


Figura 2. Porcentaje ocupado por cada zona fisiográfica en el área de estudio. Fuente: Palma-López *et al.* 2011.

Zona de costa. La característica principal de esta zona es su ubicación geográfica en la línea de la costa, con una fisiografía que incluye series de bordos de playa y dunas de arena de forma cóncava-convexa y de material suelto. Se extiende paralela a la costa, con bordos de playa formados por los sedimentos que llegan de las distintas corrientes y que se distribuyen por la acción del oleaje marino. La vegetación en esta zona es acahual, mangle, matorral, palmar inundable, selva baja inundable, vegetación hidrófila, pastizal, cacao y coco (figura 8).

Identificación de sitios con potencial para PSA

Para identificar los sitios se recopiló información respecto a los agroecosistemas registrados, en forma digital, ante la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesca del Gobierno del Estado de Tabasco (SEDAFOP), lo cual proporciona la lotificación georreferenciada de los mismos. Para ubicar los ejidos, poblados y rancherías, se utilizó la base de datos generada por el INEGI en 2010. Esta información se actualizó con datos generados en proyectos desarrollados por el Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Al identificar los ecosistemas y agroecosistemas también se determinaron las localidades, ejidos y rancherías donde estos sistemas se encuentran en buen estado de conservación, y con ello se estableció cuáles son susceptibles para PSA. En cada una de las zonas fisiográficas se observó que existen ecosistemas susceptibles, cuyos propietarios o ejidatarios pueden participar en el programa de PSA (apéndice 50).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

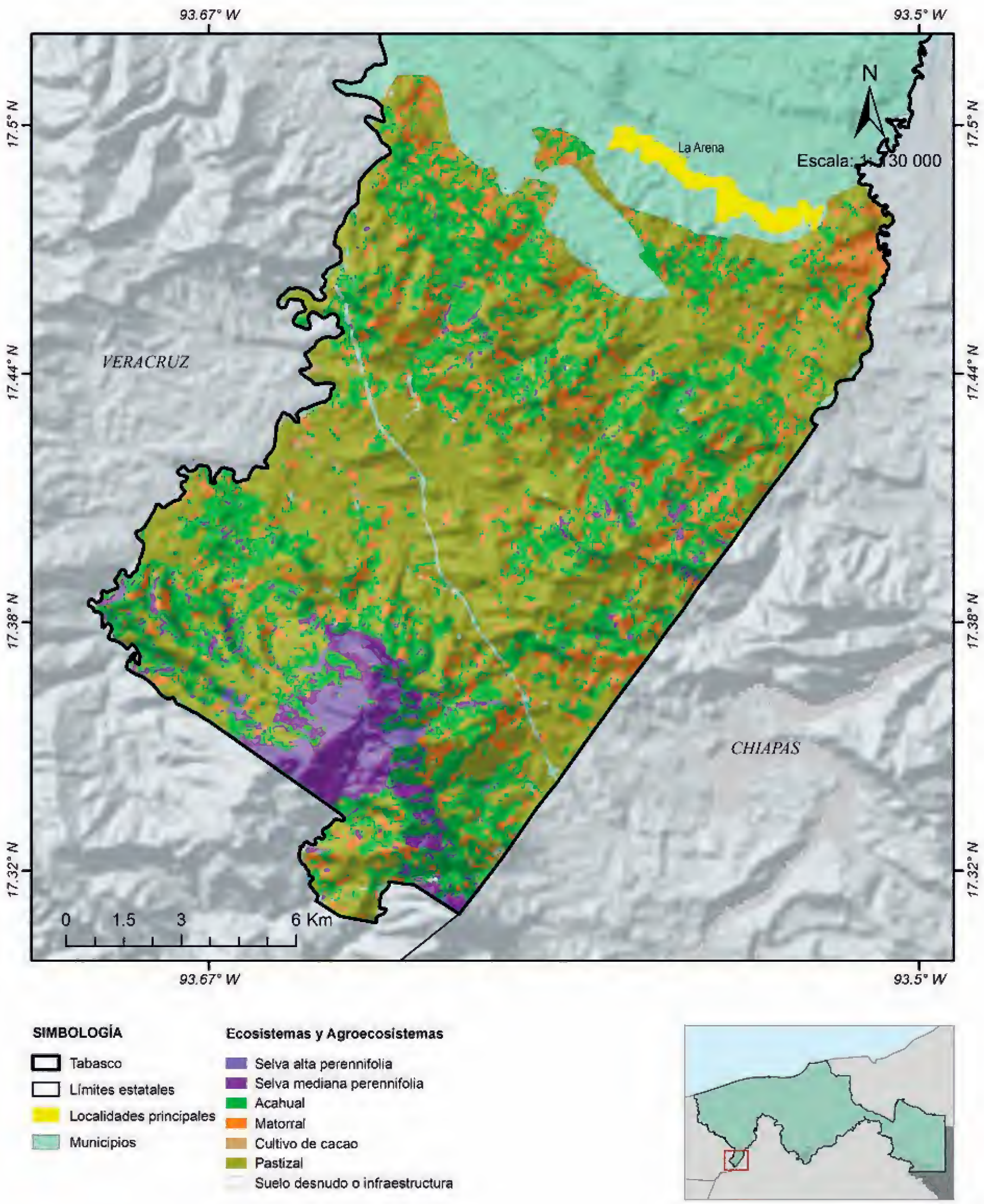


Figura 3. Distribución de los ecosistemas y agroecosistemas en la zona sierra. Fuente: elaboración propia con datos de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

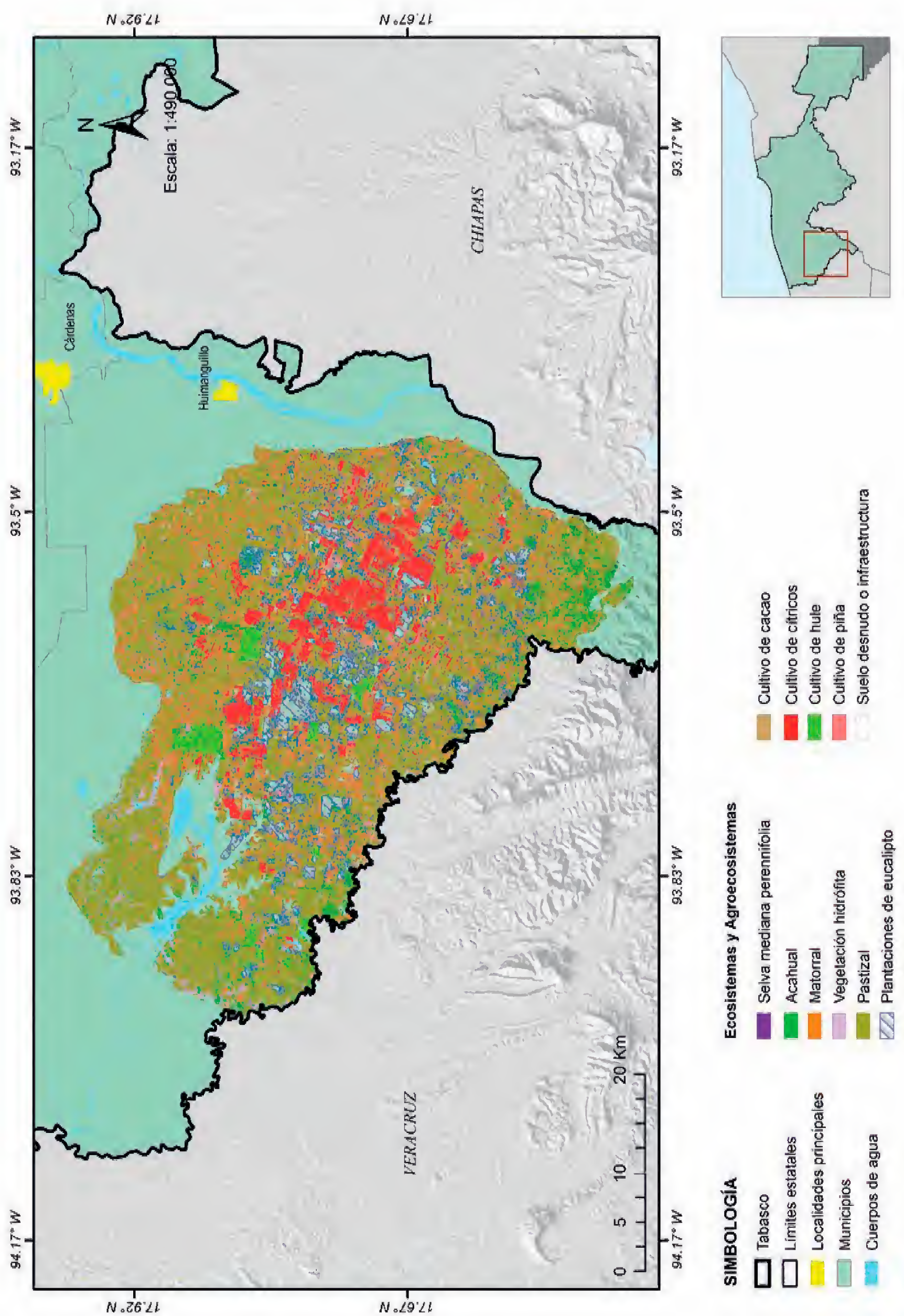


Figura 4. Distribución de los ecosistemas y agroecosistemas presentes en la zona de lomeríos. Fuente: elaboración propia con datos de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

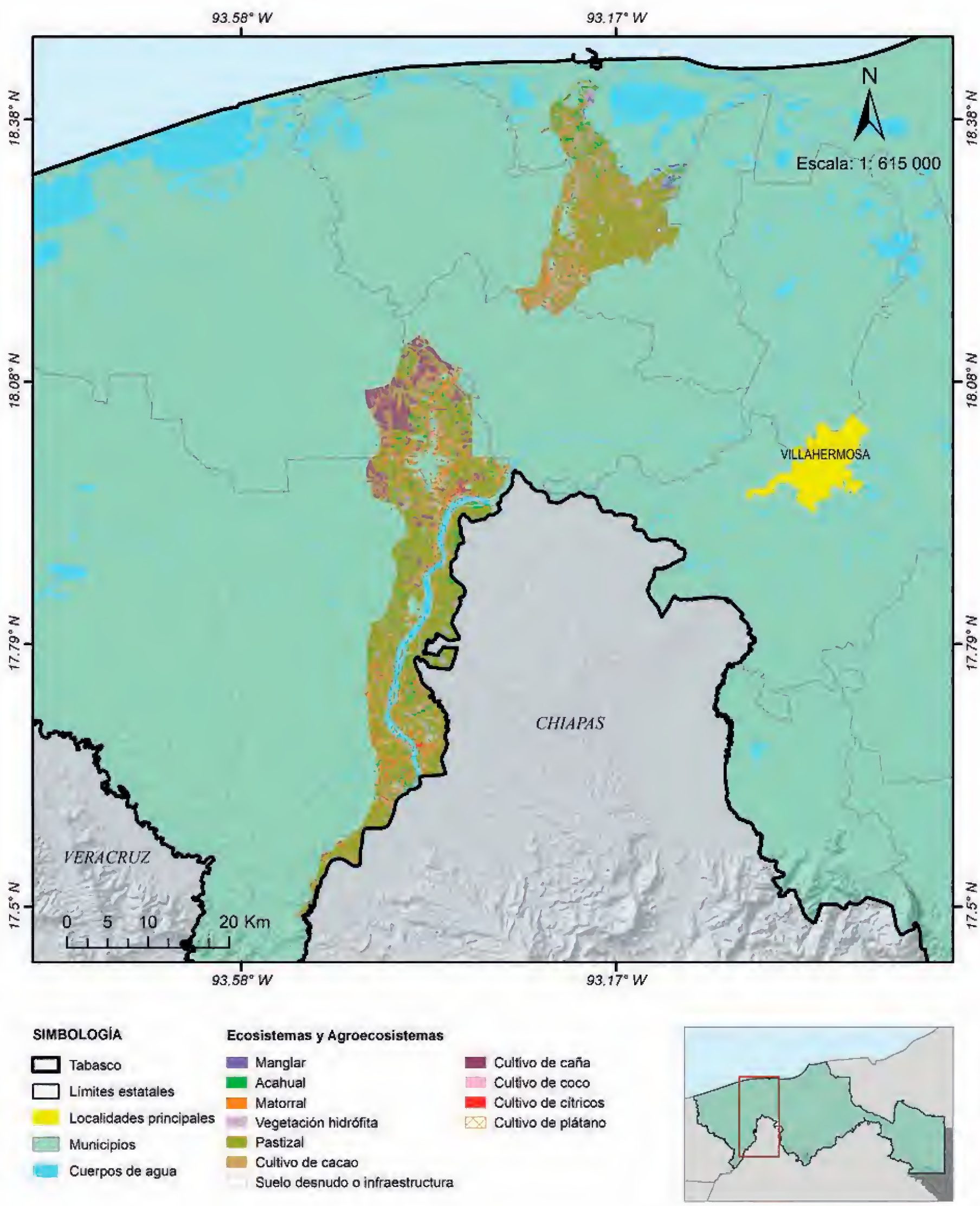


Figura 5. Distribución de los ecosistemas y agroecosistemas en la zona vega de río. Fuente: elaboración propia con datos de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

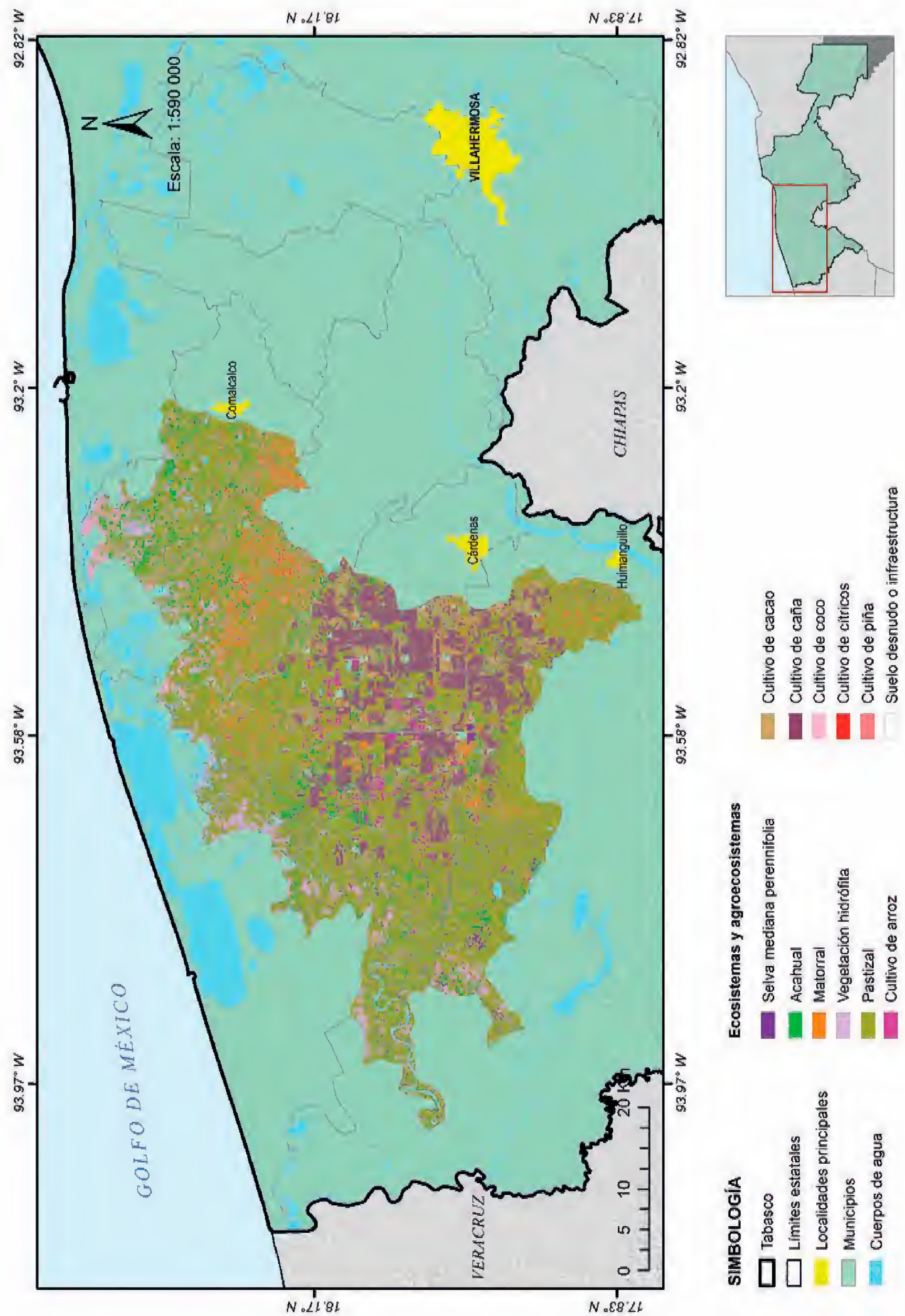


Figura 6. Distribución de los ecosistemas y agroecosistemas en la zona llanura aluvial. Fuente: elaboración propia con datos de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

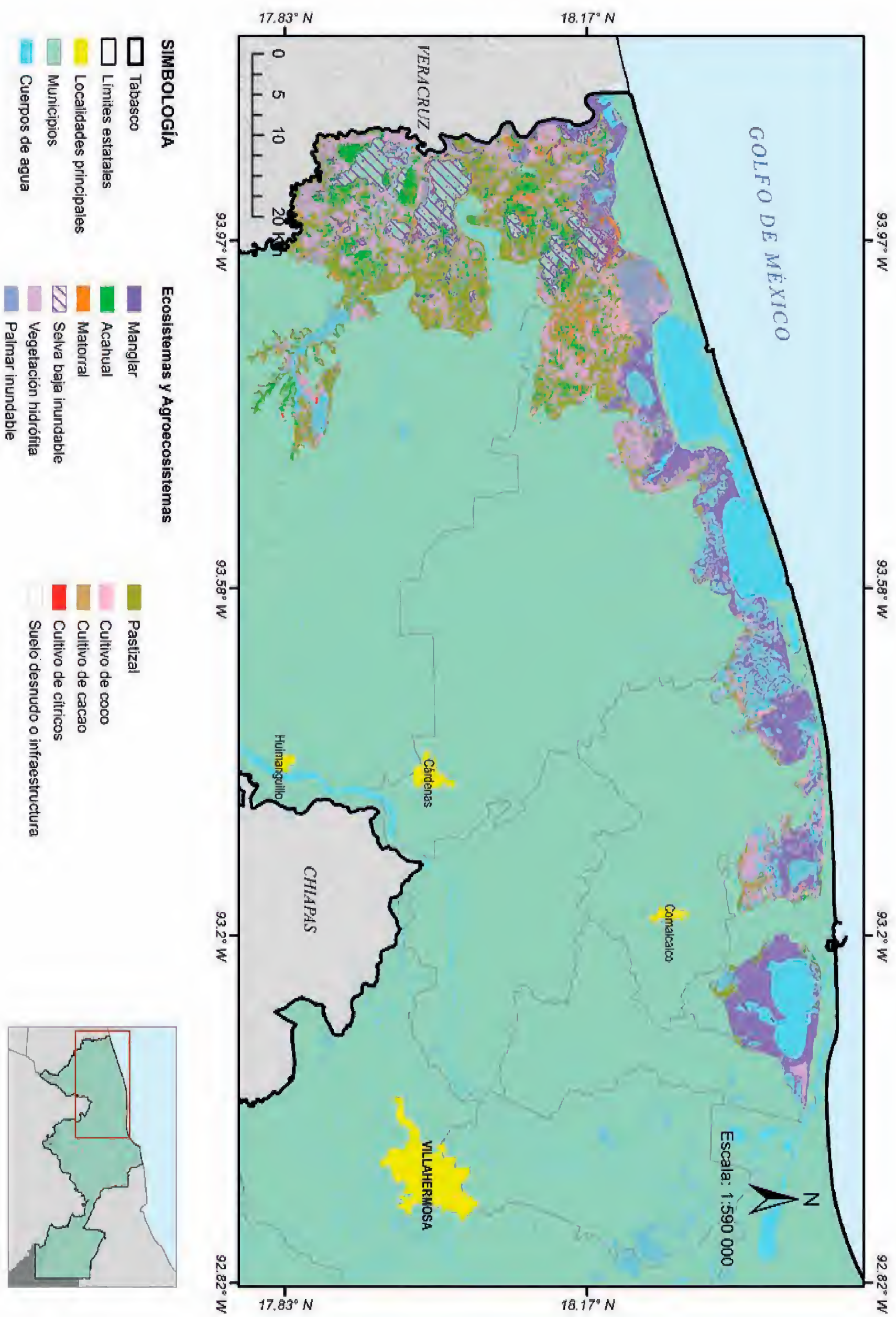


Figura 7. Distribución de los ecosistemas y agroecosistemas en la zona llanura de inundación. Fuente: elaboración propia con datos de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

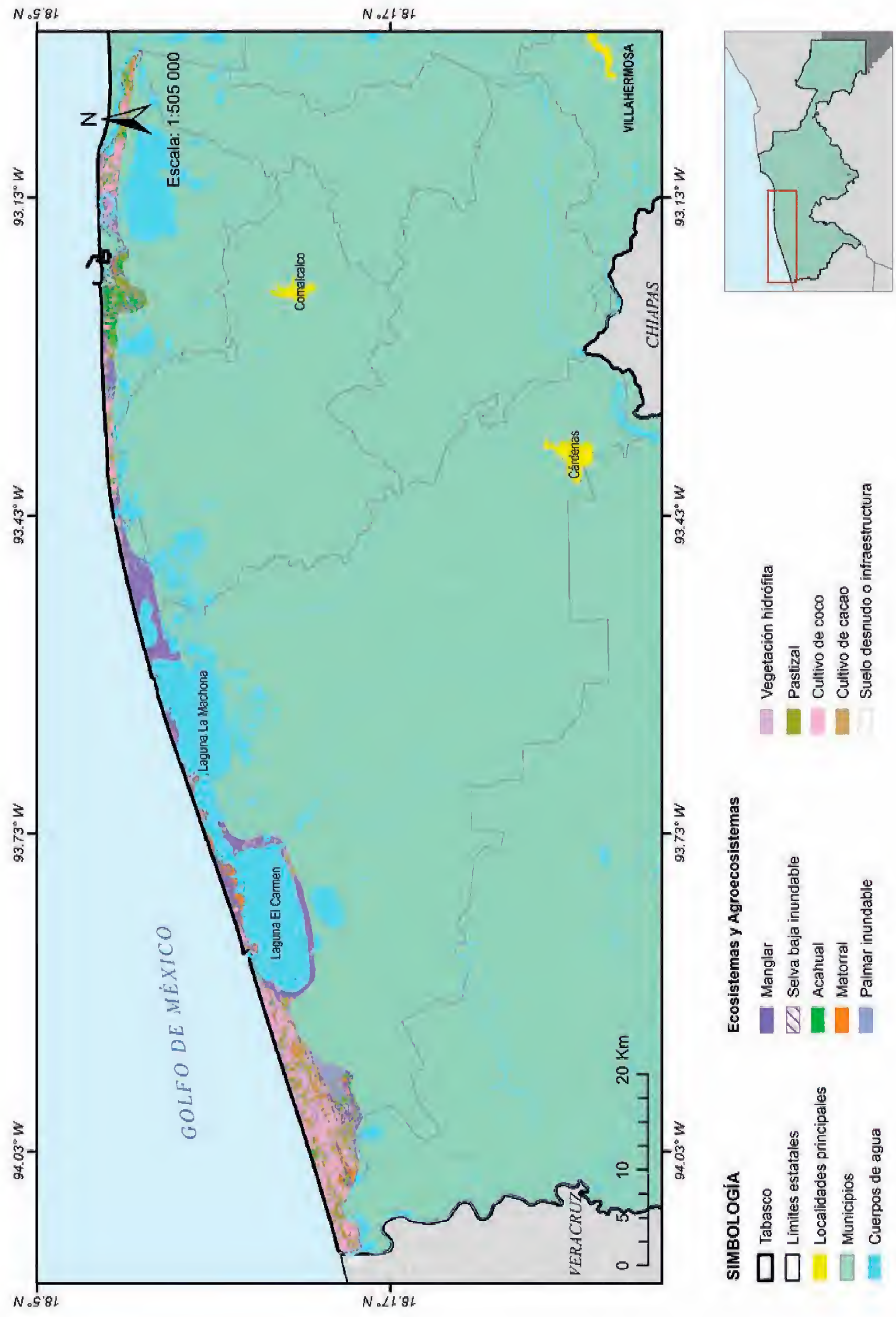


Figura 8. Distribución de los ecosistemas y agroecosistemas en la zona costa. Fuente: elaboración propia con datos de Palma-López *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Para la zona de la sierra, los ecosistemas más importantes son el acahual y la selva, por los servicios ambientales que brindan. El agroecosistema cacao representa poca superficie; sin embargo, es de gran importancia debido a su biodiversidad, ya que es uno de los pocos agroecosistemas que proporcionan gran variedad de servicios ambientales, por lo que deben brindarse incentivos para su conservación y salvaguarda (cuadro 1, figura 3).

Para la zona de lomeríos, los ecosistemas de más importancia son el acahual, seguido del matorral, y en una menor superficie se encuentra el agroecosistema cacao (cuadro 2, figura 4).

En la zona vega de río el ecosistema susceptible a PSA más importante es el cuerpo de agua (cuadro 3, figura 5).

En la zona de la llanura aluvial, la mayor importancia la tienen el agroecosistema cacao, los acahuales, los matorrales, la vegetación hidrófila y la selva mediana (cuadro 4, figura 6).

La zona de llanura de inundación el ecosistema más representativo fue el de los cuerpos de agua, cuya mayor superficie está en el poblado El Bellote, en el municipio Paraíso (cuadro 5, figura 7).

En la zona de costa destacan el manglar y el agroecosistema coco, por su superficie y su función de protección a la línea costera (cuadro 6, figura 8).

Conclusión

En cada zona fisiográfica fue amplia la diversidad de los ecosistemas y agroecosistemas, lo cual permite apreciar un comportamiento muy variado entre ellos, por lo que también varía su susceptibilidad de obtener pagos por servicios ambientales.

Las áreas con selvas altas, medianas y bajas son los ecosistemas que generan la mayor cantidad de servicios ambientales a las comunidades, pero lamentablemente son las menos extensas. Por lo anterior es necesario conservar estas áreas, ya que son importantes

Cuadro 1. Sitios susceptibles de PSA en la zona de la sierra.

Municipio	Localidad	Núm. de habitantes	Ecosistema	Superficie (ha)
Huimanguillo	Chimalapa 1a. secc.	94	Acahual	799.225
	La Candelaria	347	Selva mediana perennifolia	477.213
	Francisco J. Mujica	391	Selva alta perennifolia	152.220
	Alto Amacohíte 3a. secc. (km 32)	254	Matorral	150.503
	Gustavo Díaz Ordaz 2a. secc.	145	Cacao	10.907

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2010 y Vázquez-Navarrete *et al.* 2011.

Cuadro 2. Poblados o sitios susceptibles de PSA en la zona lomeríos.

Municipio	Localidad	Núm. de habitantes	Ecosistema	Superficie (ha)
Huimanguillo	La Arena 1a. secc.	272	Acahual	356.835
	Santa Lucía	103	Matorral	766.087
	Guadalupe Victoria	467	Eucalipto más acahual	1 215.428
	El Refugio	120	Vegetación hidrófila	110.580
	Claguamar	95	Hule	480.519
	Huapacal 2a. secc	761	Cuerpo de agua	78.221
	Economía	696	Selva mediana perennifolia	52.880
	Pedregalito 1a. secc. (Vicente Guerrero)	155	Cacao	18.122

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2010, Vázquez-Navarrete *et al.* 2011.

Cuadro 3. Poblados o sitios susceptibles de PSA en la zona vega de río.

Municipio	Localidad	Núm. de habitantes	Ecosistema	Superficie (ha)
Huimanguillo	Pedro C. Colorado 1a. secc.	107	Cuerpo de agua	2 028.852
Comalcalco	Oriente 4a. secc. (Tripa Ciega)	696	Cacao	173.557
Huimanguillo	Caobanal 1a. secc. (Mezcalapa)	1 092	Acahual	167.153
Huimanguillo	Caobanal 1a. secc. (La Victoria)	295	Matorral	108.848
Paraíso	Nicolás Bravo 2a. secc. (La Gloria)	504	Mangle	89.571
Huimanguillo	Agapito Domínguez Canabal	255	Vegetación hidrófila	37.847
Paraíso	Puerto Ceiba (Carrizal)	1 648	Coco	16.190
Huimanguillo	Pedregal Moctezuma 2a. secc.	251	Eucalipto más acahual	0.077

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2010, Vázquez-Navarrete *et al.* 2011.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 4. Poblados o sitios susceptibles de PSA en la zona llanura aluvial.

Municipio	Localidad	Núm. de habitantes	Ecosistema	Superficie (ha)
Comalcalco	Tránsito Tular	1 465	Acahual	584.419
Cárdenas	Poza Redonda 1a. secc.	1 095	Matorral	329.448
Cárdenas	Santana 1a. secc. B	327	Cacao	785.376
Cárdenas	Naranjeño 3a. secc.	414	Vegetación hidrófila	224.851
Comalcalco	Lázaro Cárdenas 3a secc.	1 017	Cuerpo de agua	60.544
Huimanguillo	Pico de Oro 3a. secc.	214	Selva mediana perennifolia	145.374
Comalcalco	Cocohital	2 403	Coco	90.005
Cárdenas	Las Coloradas 2a. secc. B	140	Mangle	8.677

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2010, Vázquez-Navarrete *et al.* 2011.

Cuadro 5. Poblados o sitios susceptibles de PSA en la zona llanura de inundación.

Municipio	Localidad	Núm. de habitantes	Ecosistema	Superficie (ha)
Paraíso	El Bellote (Miguel de la Madrid)	974	Cuerpo de agua	4 685.282
Cárdenas	El Porvenir	614	Vegetación hidrófila	1 085.832
Huimanguillo	Tembladera (Paso Viejo)	58	Selva baja inundable	2 022.581
Cárdenas	Ley Federal de la Reforma Agraria (San Ramón)	326	Palmar inundable	1 573.827
Huimanguillo	Francisco Trujillo Gurría	123	Acahual	779.504
Comalcalco	Ignacio Zaragoza 2a. secc.	582	Mangle	1 256.031
Huimanguillo	Aquiles Serdán 1a. secc.	363	Matorral	629.080
Cárdenas	Chicozapote 1a. secc.	832	Coco	258.518
Comalcalco	Lázaro Cárdenas 3a. secc.	1 017	Cacao	51.307
Huimanguillo	Rancho Nuevo	60	Eucalipto más acahual	7.241
Huimanguillo	Central Fournier 2a. secc.	121	Hule	2.255
Huimanguillo	La Ceiba 1a. secc. (Ruiz Cortines)	221	Selva mediana perennifolia	0.530

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2010, Vázquez-Navarrete *et al.* 2011.

Cuadro 6. Poblados o sitios susceptibles de PSA en la zona de costa.

Municipio	Localidad	Núm. de habitantes	Ecosistema	Superficie (ha)
Cárdenas	El Alacrán (Manatinero)	385	Cuerpo de agua	15 944.629
Cárdenas	Ley Federal de la Reforma Agraria (San Ramón)	326	Vegetación hidrófila	512.580
Paraíso	Barra de Tupilco	555	Mangle	637.468
Paraíso	El Escribano	1 034	Acahual	320.742
Cárdenas	Cuauhtemoczín	890	Coco	707.178
Comalcalco	Champa de Cupilco	715	Matorral	111.716
Comalcalco	Oriente 4a. secc. (Tripa Ciega)	696	Selva baja inundable	46.093
Paraíso	Las Flores 3a. secc. (El Cerro)	1 099	Cacao	43.742

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI 2010 , Vázquez-Navarrete *et al.* 2011.

proveedoras de servicios como regulación de gases, clima, agua, erosión y ciclo de nutrientes; suministro de agua, alimento, materias primas, materiales genéticos y hábitat; además de la formación de suelo, polinización y el servicio ambiental recreativo, educativo y cultural.

La zona de llanura de inundación presenta la mayor diversidad de ecosistemas, debido a que es un área inundable de manera natural y, por consiguiente, no es utilizada para la agricultura, sólo como vasos reguladores, lo que le confiere más importancia en cuanto a los servicios ambientales que proporciona. Sin embargo, en esta zona es donde se consideran menos acciones de pagos por servicios ambientales, debido a que la mayor parte de los PSA se llevan a cabo con la normatividad de la CONAFOR a través del programa ProÁrbol, que dirige los apoyos a zonas en las que no existen ciclos de inundación.

Agradecimientos

Se agradece el financiamiento del presente trabajo a la Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Catálogo de localidades por estado y municipios (con base en el Censo Nacional de Población y Vivienda 2010). En: ‹*http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx?tipo=clave&campo=mun&valor=27*›, última consulta: 28 de mayo de 2014.

Palma-López, D.J., C.J. Vázquez-Navarrete, E.E. Mata-Zayas *et al*. 2011. *Zonificación de ecosistemas y agroecosistemas susceptibles de recibir pagos por servicios ambientales en La Chontalpa, Tabasco*. Colección Bicentenario José Narciso Rovirosa. SERNAPAM/Colegio de Postgraduados/PEMEX, Tabasco.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. Acuerdo que establece las reglas de operación para el otorgamiento de pagos del programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono y los derivados de la diversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales (PSA-CABSA). Publicado el 24 de noviembre de 2004 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Vázquez-Navarrete, C.J., E.E. Mata-Zayas, D.J. Palma-López *et al*. 2011. *Valoración económica de los bienes y servicios ambientales en zonas con influencia petrolera en Tabasco*. Colección Bicentenario José Narciso Rovirosa. SERNAPAM/Colegio de Postgraduados, Tabasco.

Wunder, S. 2006. *Pagos por servicios ambientales: principios básicos esenciales*. Occasional Paper No. 42(s). CIFOR, Indonesia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Valoración económica de servicios ecosistémicos en la región de La Chontalpa

César Jesús Vázquez Navarrete, Ena Edith Mata Zayas y David Jesús Palma López

Introducción

En la actualidad es ampliamente aceptada la importancia de los ecosistemas para el bienestar humano, y la interrelación entre ambos han dado pauta a la generación del concepto *servicios ecosistémicos*. De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005), los servicios ambientales se definen como las condiciones y procesos mediante los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman dan sostén a la vida en el planeta. La categorización más ampliamente reconocida clasifica a los servicios ecosistémicos en cuatro grupos, dependiendo de los bienes y servicios que ofrecen, como regulación, aprovisionamiento, sustento y culturales (cuadro 1; MEA 2005, Balvanera y Cotler 2009, Bello *et al.* 2009).

La valoración de los servicios ambientales es una disciplina reciente en México. Este enfoque articula los objetivos particulares de diferentes disciplinas (biológicas, hidrológicas, agronómicas, químicas, sociales, entre otras) en un objetivo general. Los trabajos en torno a la valoración de los servicios que brindan los ecosistemas se orientan a mostrar a la sociedad sus beneficios al aplicar un sistema de medición monetario (Costanza *et al.* 1997, Daily 1997, de Groot *et al.* 2002, Sanjurjo-Rivera 2001). Existe una gran diversidad de enfoques para la cuantificación y para la evaluación económica; también hay múltiples herramientas de medición de las variables biofísicas y económicas (Ávila-Foucat 2007, Sanjurjo-Rivera 2001, Barzev 2002). Esta diversidad analítica implica una elevada complejidad para entender los diversos componentes y procesos involucrados en el estudio de las interacciones en los ecosistemas (Balvanera y Cotler 2007, Vázquez-Navarrete *et al.* 2010).

Además, es importante tener en cuenta que un mismo ecosistema no provee los mismos servicios que sus similares, ya que existen factores como el clima,

Cuadro 1. Clasificación y ejemplos de los servicios ambientales.

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Regulación	Permiten al ser humano contar con condiciones ambientales estables	Regulación de gases Regulación del clima y de la calidad de aire Regulación de contingencias o desastres naturales Regulación del agua (flujos hidrológicos) Regulación de la erosión Regulación del ciclo de los nutrientes Purificación del agua y tratamiento de residuos
Sustento	Son los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el flujo de servicios de provisión, de regulación y culturales	Suministro de agua Formación de suelos Polinización Control biológico Hábitat
Aprovisionamiento	Aquellos en que los ambientes proveen de insumos al ser humano para alimentación, vestido, construcción y generación de productos secundarios	Alimento Materias primas Materiales genéticos
Culturales	Beneficios que dependen de las percepciones colectivas de los humanos acerca de los ecosistemas y de sus componentes; pueden ser materiales o no materiales, tangibles o intangibles	Recreativos y/o educativos Culturales

Fuente: MEA 2005, Balvanera y Cotler 2009, Bello *et al.* 2009.

Vázquez-Navarrete, C.J., E.E. Mata-Zayas y D.J. Palma-López. 2019. Valoración económica de servicios ecosistémicos en la región de La Chontalpa. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 325-334.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

geología, ubicación geográfica, historia ambiental y patrones de comportamiento humano que afectan, de distinta manera, el funcionamiento de cada ecosistema, por lo que el valor de cada servicio podría ser distinto (Bello *et al.* 2009). Algunos servicios ecosistémicos suministrados por los ecosistemas han sido tradicionalmente subvalorados; por ejemplo, el suministro de agua purificada, la calidad del aire y la abundancia de especies debido a que su disponibilidad se ha considerado ilimitada (Balvanera y Cotler 2009, De Groot *et al.* 2002). Sin embargo, a partir de la degradación ambiental y sus consecuencias, el valor de estos servicios ecosistémicos ha tendido a adquirir más importancia y atención.

En este contexto, el presente trabajo expone una valoración económica de los bienes y servicios de diferentes ecosistemas y agrosistemas, y utiliza como caso de estudio los ubicados en los municipios Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo y Paraíso, de la región de La Chontalpa (figuras 1 - 4), ubicada en el sur de la Llanura Costera del Golfo de México. Para obtener una descripción amplia de los ecosistemas y agroecosistemas del área de estudio, consultar Servicios ambientales brindados por los ecosistemas y agroecosistemas en la región de La Chontalpa, en esta obra.

Metodología

Para valorar económicamente los servicios ambientales de los ecosistemas y agroecosistemas de la región de La Chontalpa, se generó lo siguiente:

- Bases de datos cartográficos con información de tipos de suelo, vegetación y uso del suelo, censo de cultivos agropecuarios, aguas nacionales, registros de fauna silvestre, infraestructura del estado, entre otras, para cuantificar el servicio ambiental de cada ecosistema (López-Castañeda y Vázquez-Navarrete 2010, Vázquez-Navarrete *et al.* 2011). Para delimitar y clasificar las coberturas se utilizaron imágenes SPOT 2009.
- Base de datos del precio de los servicios ecosistémicos para cada ecosistema presente en la región. Los precios fueron obtenidos mediante la técnica de transferencia de valor a partir de una revisión de literatura y un proceso de ajustes a las condiciones de Tabasco; asimismo, se utilizó información secundaria, como informes técnicos, tesis y consulta a expertos.
- Matriz de valores económicos. El valor por unidad de superficie de un servicio ambiental (VUS_{ij}) para un ecosistema seleccionado se obtuvo mediante la expresión:
  VUS_{ij} = cantidad del $_i$-ésimo servicio ambiental del $_j$-ésimo ecosistema evaluado, por el precio del $_i$-ésimo servicio ambiental del $_j$-ésimo ecosistema evaluado.
  La suma de todos los VUS identificados en un ecosistema, resultan en el valor total por unidad de superficie de los servicios ambientales de un ecosistema ($VTUS_j$). Para facilitar el proceso de comparación se utilizaron valores expresados en dólares de Estados Unidos por hectárea: USD/ha. Existe una gran variación de los VUS_{ij} y $VTUS_j$, la cual es provocada por la magnitud de los servicios ambientales por unidad de superficie y por su precio unitario (Costanza *et al.* 1997, Daily 1997, De Groot *et al.* 2002).
- La valoración económica total de cada ecosistema y agroecosistema, la cual se obtiene del producto $VTUS_j$ y la superficie que corresponde al ecosistema evaluado.

Resultados

El área de estudio cubre una superficie de 693 884 ha. Los ecosistemas naturales representan 43.8% de la superficie total del área de estudio. El acahual, matorral, vegetación hidrófila, cuerpos de agua y mangle son los ecosistemas que concentran más de 93% de la superficie de ecosistemas naturales. Los agroecosistemas cubren una superficie de 352 mil hectáreas que equivalen a 50.7% de la superficie total del área de estudio. El pastizal abarca casi 70% de la superficie total de los agroecosistemas, seguido del cultivo de cacao, con casi 12% del total de esta categoría.

A cada uno de los ecosistemas naturales y agroecosistemas del área de estudio se le identificaron sus servicios ambientales. Posteriormente, en seguimiento a la metodología descrita se calcularon los VUS_{ij} y $VTUS_j$ de cada ecosistema natural y agroecosistema (cuadro 2).

Al analizar los resultados de los valores de los servicios ambientales (columnas del cuadro 2) se puede apreciar que el servicio de producción de alimentos concentra los valores más altos; sin embargo, cabe destacar que para los agroecosistemas cacao, coco y hule también se reconoce otro tipo de servicios ambientales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

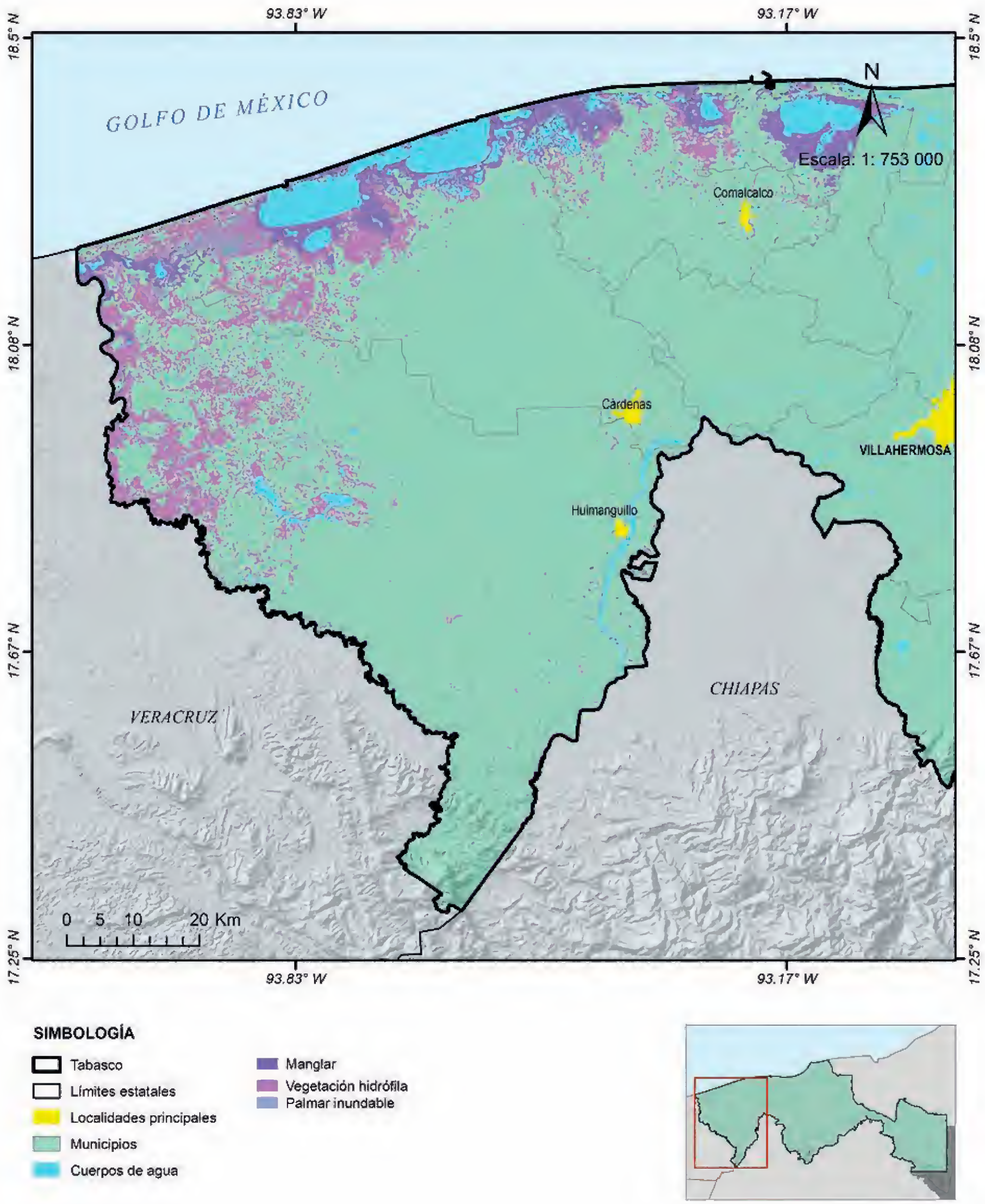


Figura 1. Cuerpos de agua, vegetación hidrófila, manglar y palmar inundable dentro de la región de La Chontalpa. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

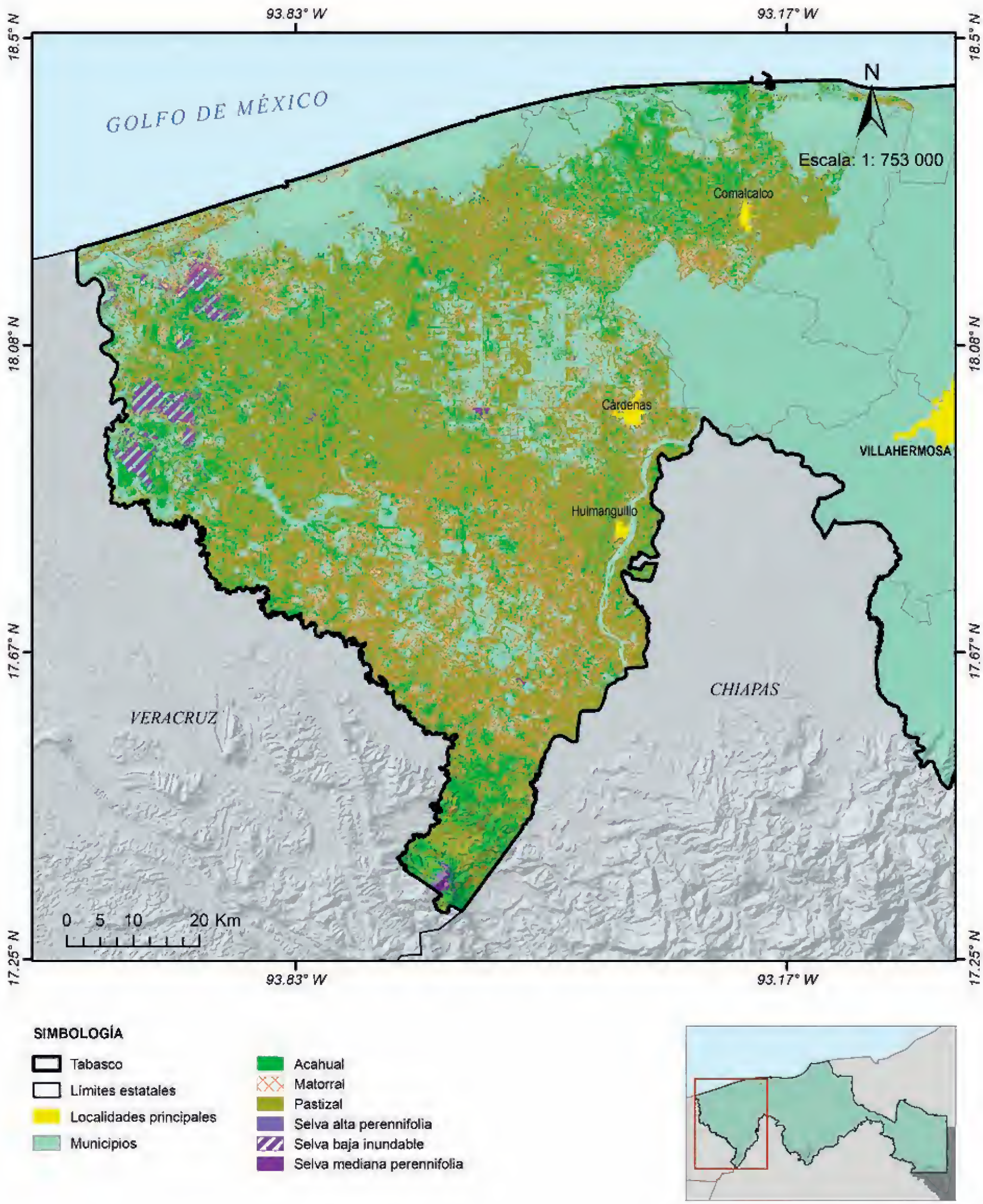


Figura 2. Matorral, acahual, pastizal, selva alta perennifolia, selva mediana perenifolia y selva baja inundable dentro de la región de La Chontalpa. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

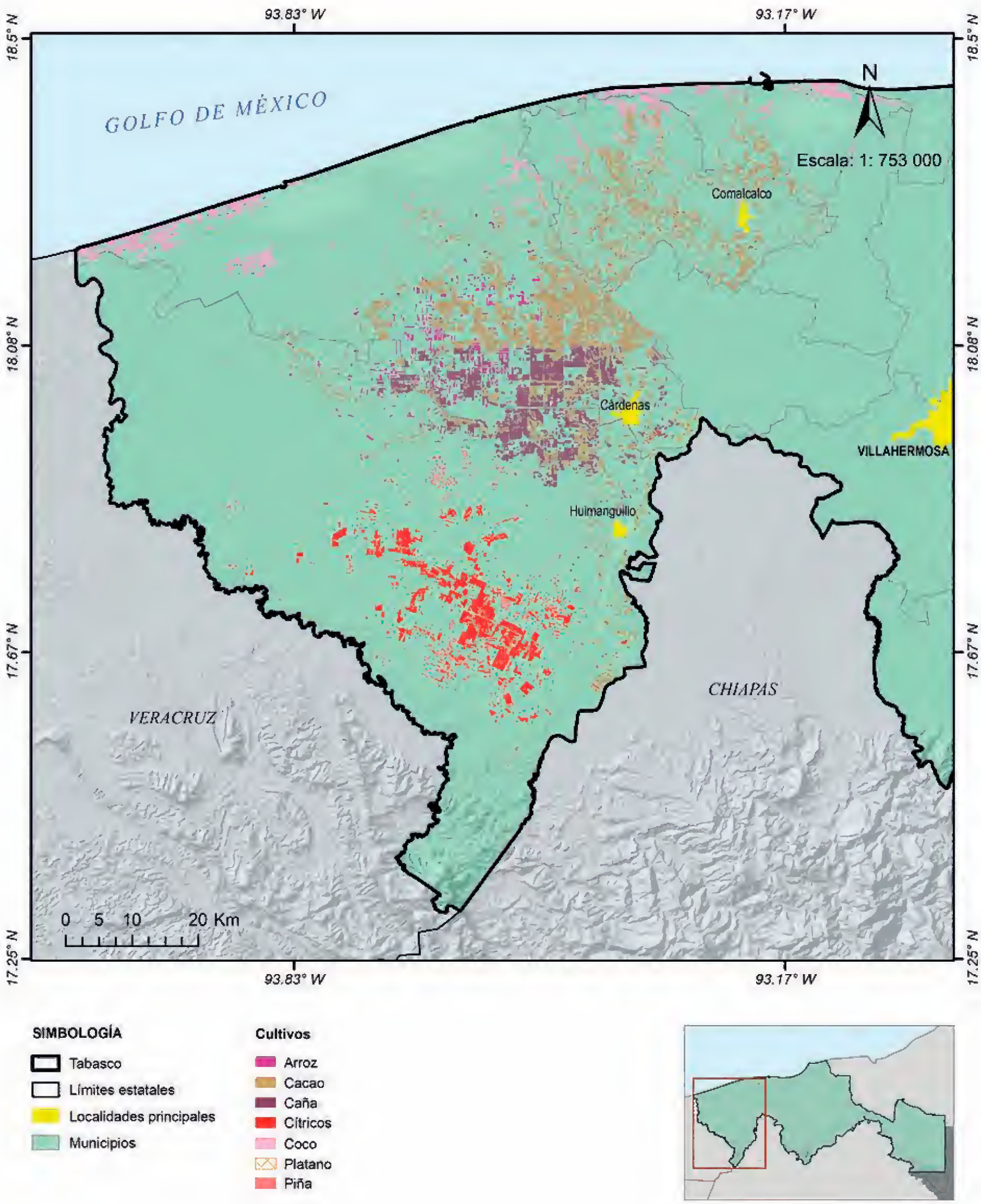


Figura 3. Agroecosistemas dentro de la región de La Chontalpa. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

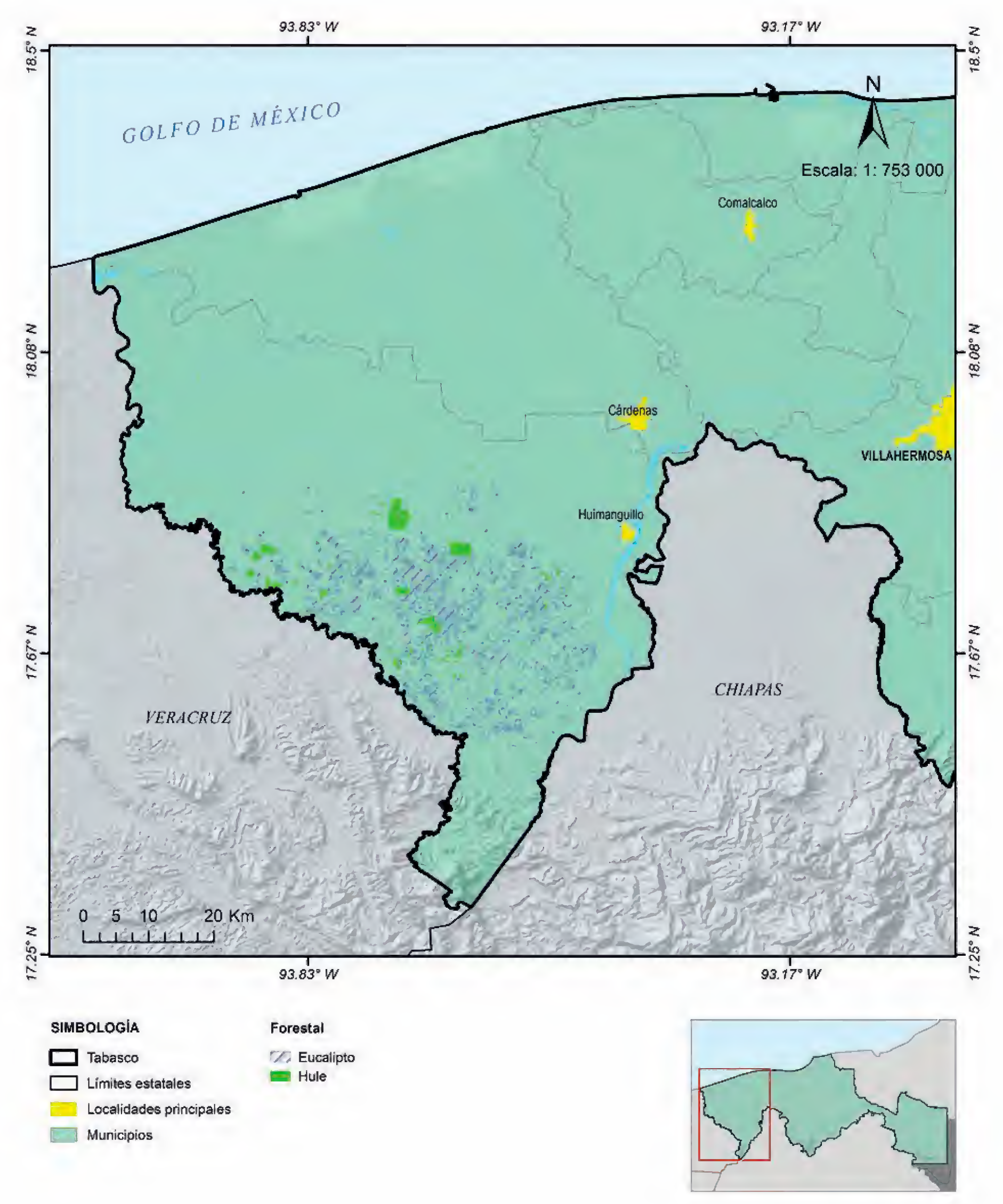


Figura 4. Agroecosistemas forestales dentro de la región de La Chontalpa. Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 2. Valor económico promedio de los servicios ambientales por unidad de superficie, según tipo de ecosistema (USD/ha/año).

Tipo de ecosistemas	Tipo de servicios ambientales																	Valor promedio total ($VTUS_j$)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Ecosistemas naturales																		
A		112.0	2.5	3.0	123	461	44.0	4.0	5.0	25	23.0		37.0	158.0	2.5	56	1.0	1 057
B				5 445.0			665.0	2 117.0					248.0			23		8 498
C			816.0							25	23.0	286.0	3 637.0	46.0		1 316		6 149
D			171.0									1 143.0	788.0	23.0		658		2 783
E	133.0		168.0	15.0			1 512.0	38.0				220.0	2 86.6	6.5		171	8.9	2 559
F		669.0	15.0	18.0	735	2 766	261.0	24.0	3.0			477.0	32.0	495.0	123.0	336	6.0	5 960
G		223.0	5.0	6.0	245	2 922	87.0	8.0	1.0			1 500.0	508.0	315.0	41.0	1 121	2.0	6 984
H		446.0	1.0	12.0	49	1 844	174.0	16.0	2.0			1 035.0	16.0	63.0	82.0	224	4.0	3 968
I	265.0	500.0	3 341.0	3.0		1 500	1 497.4	76.0				439.0	4 047.0	13.0		3 420	17.6	15 119
Agroecosistemas																		
J													860.0					860
K		74.0	1.7	2.0	82	37	29.0	2.7	3.3	25	23.0	375.6	710.0	15.0	14.0	37	0.7	1 432
L													1 796.0					1 796
M													226.0					226
N													509.0					509
O	1.5	0.2		4.5	44		14.0		1.5	38	35.0	124.1	7 500.0		0.2	3		7 766
P	1.5	0.2		4.5	44		14.0		1.5	38	35.0	123.1	268.0		0.2	3		533
Q	7.0	0.1		3.0	29		87.0		1.0	25	22.8		130.0		0.1	2		307
R													8 286.0					8 286
S													5 238.0					5 238

Ecosistemas: A = acahual, B = cuerpo de agua, C = mangle, D = matorral, E = palmar inundable, F = selva alta perennifolia, G = selva baja inundable, H = selva mediana perennifolia, I = vegetación hidrófila, J = arroz, K = cacao, L = caña, M = cítricos, N = coco, O = eucalipto, P = hule, Q = pastizal, R = piña, S = plátano. Servicios ambientales: 1 = regulación de gases, 2 = regulación del clima, 3 = regulación de contingencias, 4 = regulación del agua, 5 = suministro de agua, 6 = retención de sedimentos y suelo, 7 = formación de suelo, 8 = ciclo de nutrientes, 9 = tratamiento de agua, 10 = polinización, 11 = control biológico, 12 = refugio, 13 = producción de alimentos, 14 = materias primas, 15 = recursos genéticos, 16 = recreación, 17 = cultural. Fuente: elaboración propia.

En el caso de los ecosistemas naturales, los servicios ambientales que presentan más valores son regulación de contingencias, ciclo de nutrientes y suministro de agua. Adicionalmente, al analizar las filas del cuadro 2, resalta el valor total por unidad de superficie estimado para la vegetación hidrófila (15 119 USD/ha), así como para los cuerpos de agua (8 498 USD/ha). En el caso de los agroecosistemas, la piña y el eucalipto presentan los valores totales por unidad de superficie más altos (8 286 y 7 766 USD/ha respectivamente). Al utilizar los $VTUS_j$ se calculó el valor económico de los ecosistemas naturales y agroecosistemas (cuadro 3, figura 5).

El valor económico total de la región de La Chontalpa asciende a 1 992 millones de dólares americanos; de los cuales, 85% corresponde a los ecosistemas naturales (1 687 millones de dólares) y el resto a los agroecosistemas (305 millones de dólares). La vegetación hidrófila aportó poco más de 40% del valor total de los ecosistemas naturales; le siguen en importancia los cuerpos de agua (23%), el matorral (12%) y el mangle (11%). Por otro lado y considerando el orden de importancia, el eucalipto (36%), el pastizal (24%), el cacao (19%) y la caña de azúcar (11%) concentran un poco más de 90% del valor económico total de los agroecosistemas (cuadro 3).

Respecto a los servicios ambientales, la categoría de *servicios de regulación* concentró poco más de 40% del valor económico total del área de estudio, seguido en orden de importancia por *servicios de aprovisionamiento* con 31% del valor total. Los servicios ambientales de más importancia económica fueron la provisión de alimentos (30.5%), los servicios recreativos (13.5%) y la regulación del flujo de agua (12.8%).

Los valores económicos calculados para los ecosistemas naturales corresponden, en su mayoría, con los estimados por otros autores. Esto es comprensible

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 3. Valor económico total de la región de La Chontalpa según ecosistema natural, agroecosistema y categorías de servicios ambientales (unidades en millones de dólares).

Descripción	Superficie (ha)	Valor económico total	Servicios de regulación	Servicios de sustento	Servicios de aprovisionamiento	Servicios culturales
Ecosistemas naturales						
Acahual	84 005	88.793	62.625	4.788	16.590	4.788
Cuerpo de agua	46 627	396.236	284.890	98.709	11.563	1.072
Mangle	31 232	192.045	25.485	10.431	115.027	41.101
Matorral	77 097	214.560	13.183	88.121	62.525	50.729
Palmar inundable	4 262	10.906	7.790	1.099	1.249	0.766
Selva alta perennifolia	506	3.015	2.258	0.255	0.328	0.173
Selva baja inundable	11 414	79.715	39.812	17.223	9.861	12.817
Selva mediana perennifolia	3 300	13.094	8.335	3.474	0.531	0.752
Vegetación hidrófila	45 568	688.942	323.824	23.467	185.006	156.644
Subtotal	**304 010**	**1 687.306**	**768.202**	**247.567**	**402.680**	**268.842**
Agroecosistemas						
Arroz	4 284	3.684	0	0	3.684	0
Cacao	41 298	59.138	9.320	17.741	30.519	1.556
Caña	18 482	33.193	0	0	33.193	0
Cítricos	16 100	3.638	0	0	3.638	0
Coco	8 153	4.149	0	0	4.149	0
Eucalipto	14 320	111.209	0.919	2.843	107.402	0.042
Hule	3 580	1.908	0.229	0.707	0.960	0.010
Pastizal	244 063	74.927	30.776	11.910	31.752	0.488
Piña	1 273	10.548	0	0	10.548	0
Plátano	518	2.713	0	0	2.713	0
Subtotal	**352 071**	**305.107**	**41.244**	**33.201**	**228.558**	**2.096**
Región de La Chontalpa	**693 884**	**1 992.413**	**809.446**	**280.768**	**631.238**	**270.938**

Fuente: elaboración propia.

debido a que los precios fueron transferidos y adaptados a partir de estos estudios. Con esta línea base es más fácil apreciar el capital natural de los ecosistemas y sus respectivos servicios ecosistémicos. A manera de ejemplo, el valor total calculado para la región de La Chontalpa (1 992 millones de dólares) representa 12% del producto interno bruto (PIB) estatal total (16 021 millones de dólares) y 50% del PIB de la región de La Chontalpa (3 770 millones de dólares). ¿Los gobiernos federal, estatal y municipales estarían dispuestos a perder este importante activo ambiental? Ahora la pregunta está del otro lado de la mesa de discusión.

Conclusión y recomendaciones

Fue posible calcular los servicios ecosistémicos gracias al cúmulo de información técnica generada por los investigadores y el personal de las instituciones de educación, investigación y extensión del estado, además de la existencia de técnicas económicas sencillas, pero poderosas, para determinar un precio base de negociación. Finalmente, las herramientas de información geográfica, de cómputo y estadísticas permiten hacer los cálculos de manera rápida pero confiable.

La generación de los valores económicos totales no son el fin, sino el medio para mejorar los procesos en la toma de decisiones. Con esta nueva herramienta analítica es posible revalorar el uso del suelo, las prácticas de manejo (p.e. agronómico, industrial, petrolero), los proyectos de ordenamiento territorial y los estudios prospectivos asociados a tópicos de interés, tales como cambio climático, biocombustibles, entre otros.

Parte de las nuevas decisiones a escalas nacional e internacional consideran este nuevo enfoque (Fisher *et al.* 2009). En Tabasco ya dio inicio la construcción de una línea base, ahora se requiere completarla; más aún, es necesario mejorar y perfeccionar las técnicas de cuantificación, la obtención de precios en función de mercados reales, y la creación de directrices que permitan generar políticas públicas encaminadas a operar este enfoque a través de los sistemas de pago por servicios ambientales, fondos verdes o fideicomisos, reglamentos, impuestos e incentivos, entre otros.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

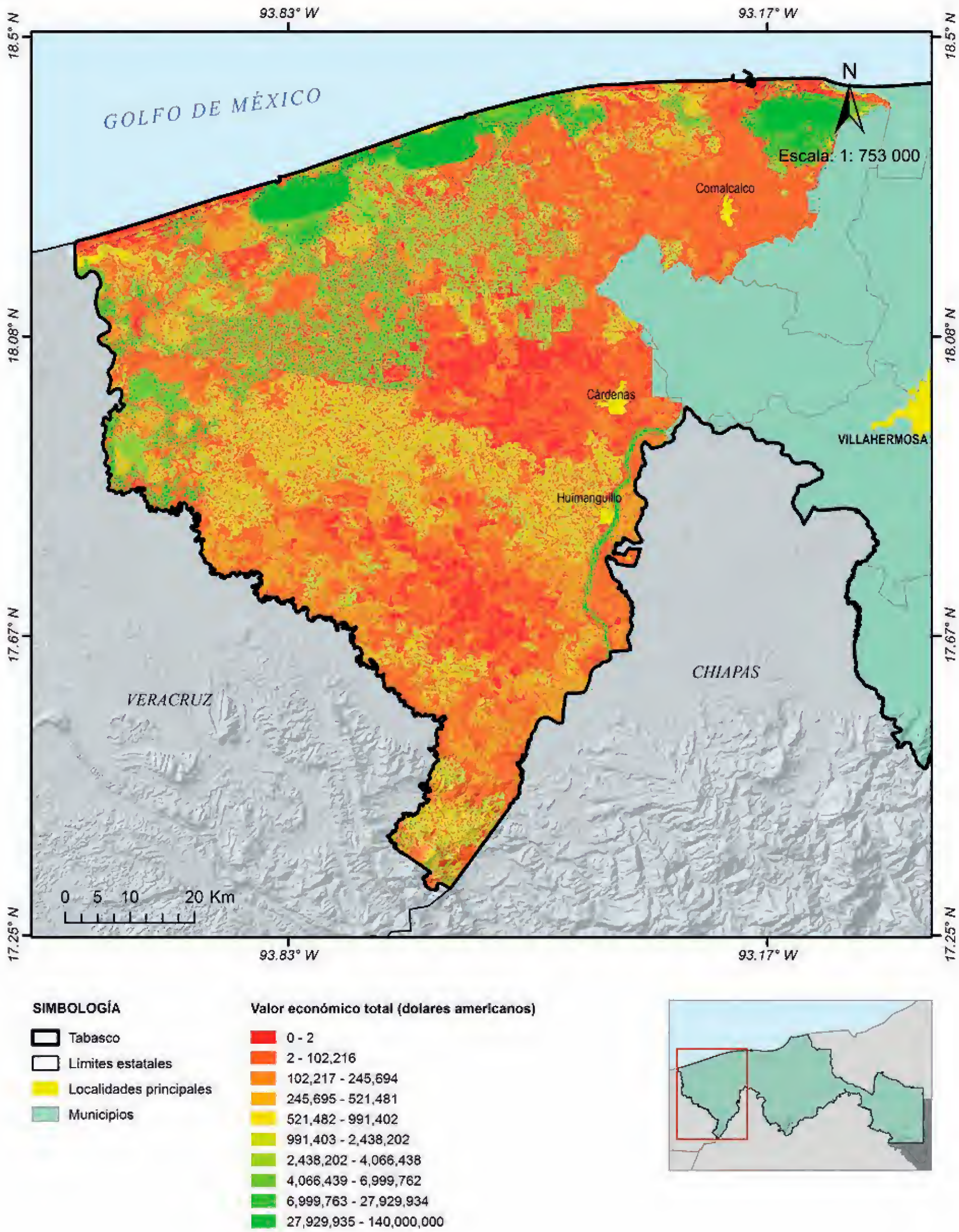


Figura 5. Distribución del valor económico total de los servicios ecosistémicos en el área de estudio, según rangos de valor (verde = valores altos; rojo = valores bajos). Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Ávila-Foucat, S.V. 2007. Los modelos de ecología económica como una herramienta para el estudio de los servicios ambientales. *Gaceta Ecológica* 84-85:85-93.

Balvanera, P. y H. Cotler. 2007. Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones. *Gaceta Ecológica* 84-85:117-123.

——. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En: *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp.185-245.

Barzev, R. 2002. *Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM*. Corredor Biológico Mesoamericano, Nicaragua.

Bello, J., L. Ortiz, E. Ramírez-Chávez *et al*. 2009. Humedales: definición, servicios ambientales y amenazas. En: *Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del golfo de México*. Vol. I. J. Buenfil-Friedman (ed.). INE/SEMARNAT, México, pp. 54-65.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot *et al*. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.

Daily, G.C. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington.

De Groot, R.S, M.A. Wilson y R.M.J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41:393-408.

Fisher, B., R.K. Turner y P. Morling. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68:643-653.

López-Castañeda, A. y C.J. Vázquez-Navarrete. 2010. *Manual para generar la cartografía de la valoración económica de los servicios ambientales de ecosistemas naturales y agroecosistemas*. Colegio de Postgraduados/SERNAPAM, Tabasco.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Island Press, Washington.

Sanjurjo-Rivera, E. 2001. Valoración económica de servicios ambientales prestados por ecosistemas: humedales en México. INE/SEMARNAT, México.

Vázquez-Navarrete, C.J., E.E. Mata-Zayas y D.J. Palma-López. 2010. Valoración económica de los servicios ambientales de los humedales de La Chontalpa, Tabasco: un enfoque exploratorio a nivel local. En: *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez y J.L. Rojas Galaviz (eds.). Instituto Nacional de Ecología/Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM/Universidad Autónoma de Campeche, México, pp. 473-488.

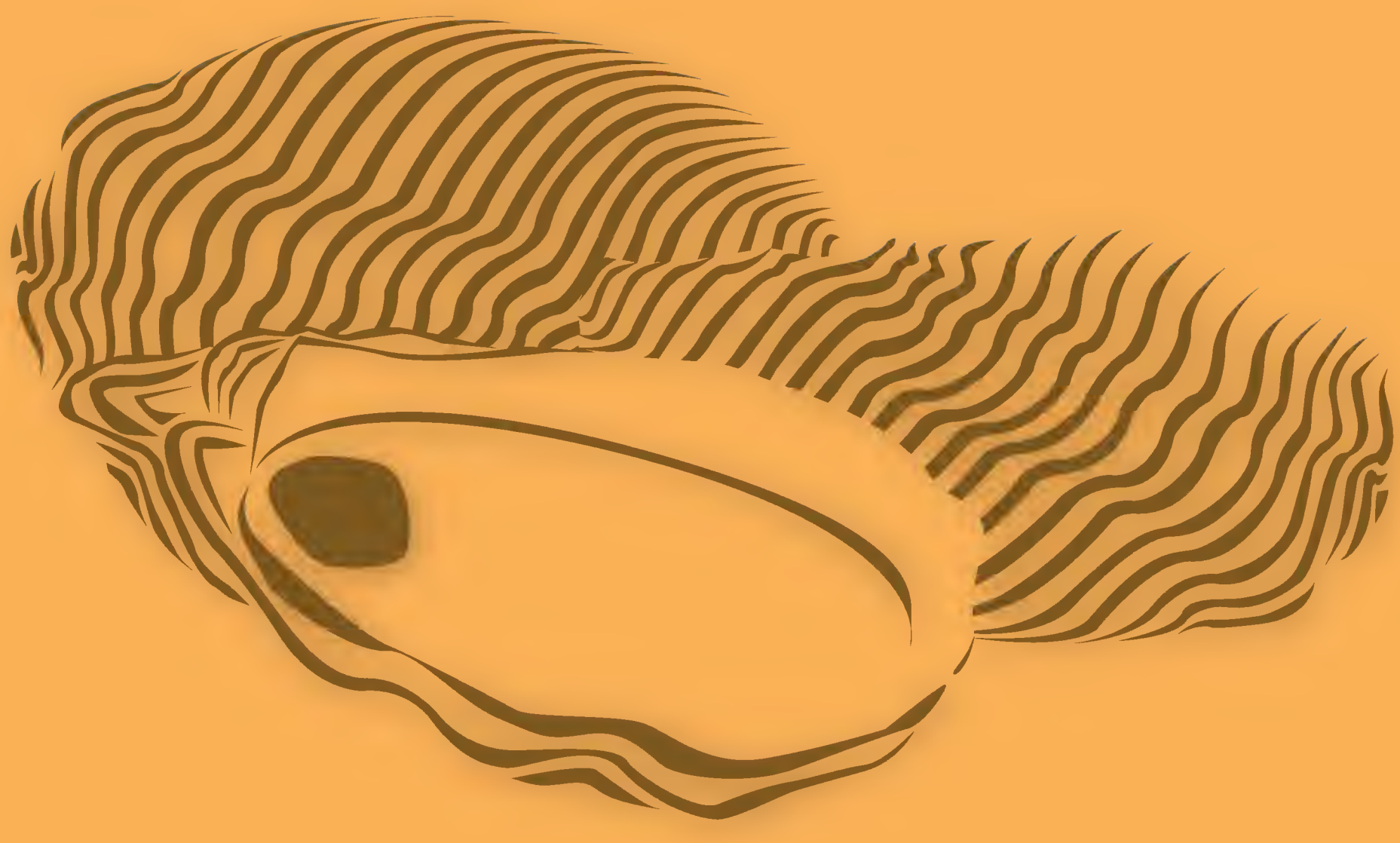
Vázquez-Navarrete, C.J., E.E. Mata-Zayas, D.J. Palma-López *et al*. 2011. *Valoración económica de los bienes y servicios ambientales en zonas con influencia petrolera en Tabasco*. SERNAPAM, Tabasco.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

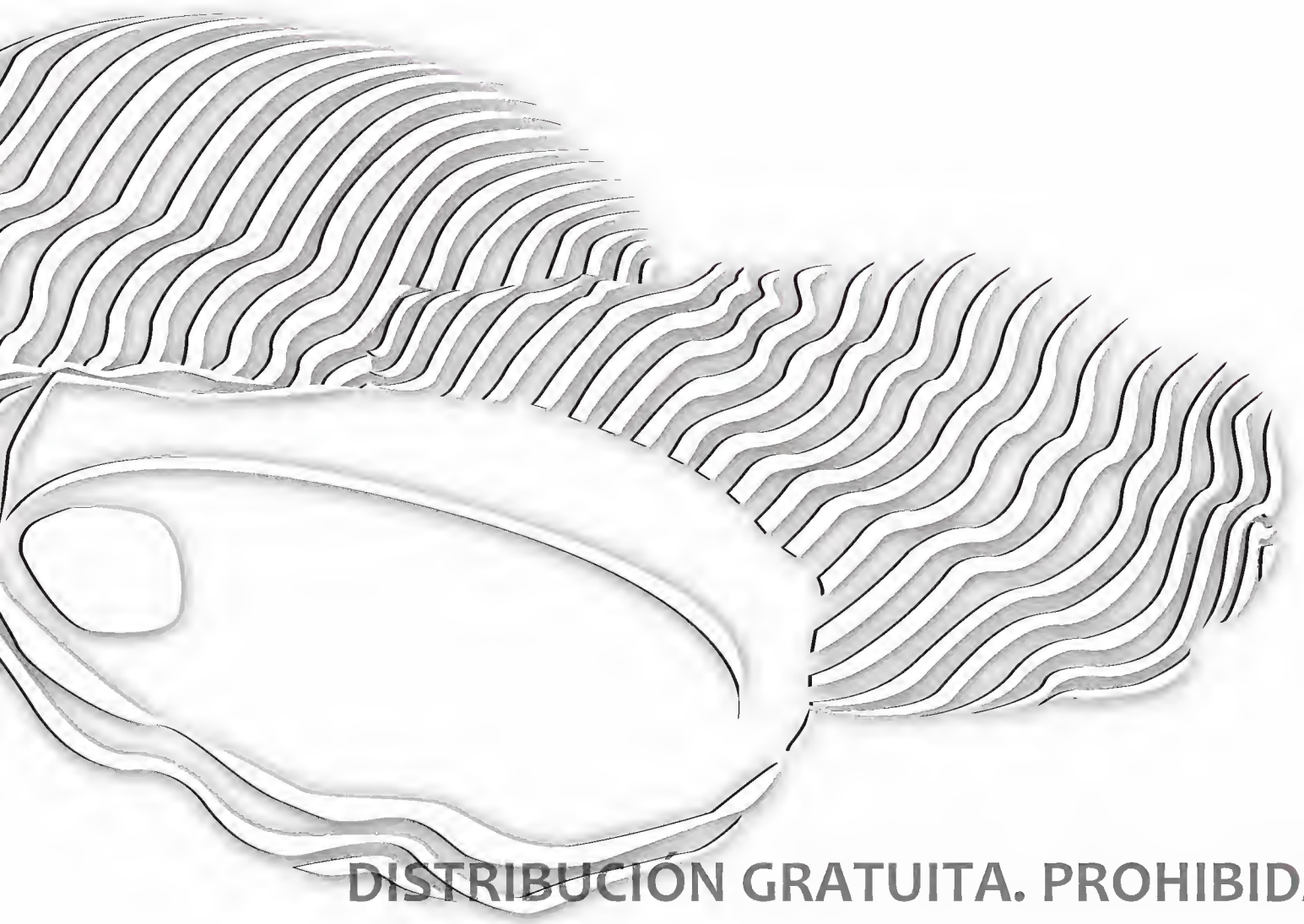
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Instrumentos y políticas públicas 10



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Resumen ejecutivo

Eduardo Javier Moguel Ordóñez y Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Desde hace más de un siglo Tabasco ha sido objeto de diversos proyectos agropecuarios y agroindustriales, de infraestructura urbana, carretera, hidráulica y de extracción petrolera, entre otros, orientados a explotar sus vastos recursos naturales. Estos proyectos, derivados de políticas públicas estatales y federales, han impactado a la biodiversidad en diferente forma y magnitud, lo que se llega a contraponer con el desarrollo sustentable que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 3°, punto XI, que señala "...que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras".

A pesar de esto, la entidad ha estado conformando, en diferentes momentos, una política pública ambiental amplia y dinámica que incluso ha requerido de la creación de una secretaría dentro del gobierno estatal que planee, instrumente y evalúe las acciones que se han implementado en las últimas décadas; por ejemplo, la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (LPAET), el Corredor Biológico Mesoamericano, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco (POEET) y el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC).

En la presente sección se detallan cuatro instrumentos de política pública para conservar y proteger la biodiversidad: las áreas naturales protegidas (ANP), el POEET, la evaluación de impacto ambiental y las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA).

Hasta el año 2012 se contaba con 13 ANP: dos de carácter federal y 11 estatal que sumaban 3 756 km^2, lo que representa alrededor de 15% de la superficie total del estado (24 661 km^2).

De las ANP sobresalen la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y al Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cañón del Usumacinta debido a que son reconocidas a escala internacional. La primera dentro de la convención Ramsar, ya que se considera la reserva de plantas acuáticas más importante de Mesoamérica y una de las tres ANP sujetas a atención especial en México; la segunda porque es una región de gran diversidad y forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano, que se extiende desde México hasta Centroamérica y, además, resguarda áreas bien conservadas de selva alta perennifolia que incluye cenotes, cuevas y una variedad de sitios arqueológicos (la mayoría aún no son rescatados ni estudiados).

Las ANP del estado presentan una problemática que deriva de dos aspectos no necesariamente desconectados: uno es de carácter administrativo y organizacional, y el segundo que es ocasionado por la pérdida y deterioro ambiental por presiones antropogénicas. Ante esto, el desafío es diseñar los programas de manejo y conservación de acuerdo con la importancia biológica y social que su finalidad reclama; a la par, se busca elaborar, como paso inicial, un diagnóstico de todas la ANP tabasqueñas, que incluya una evaluación de la diversidad, una investigación especializada en problemas de deterioro ambiental, un control de actividades humanas y un análisis de los factores sociales y económicos que impactan en su conservación.

Con el decreto de la LGEEPA y su reglamento (REIA) a escala federal y de la LPAET se estableció que la Evaluación de Impacto Ambiental fuera un instrumento de prevención de daños en los ecosistemas ocasionadas

Moguel Ordóñez, E.J. y N. C. Jiménez-Pérez. 2019. Resumen ejecutivo. Instrumentos y políticas públicas. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 339-341.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

por el desarrollo de actividades antropogénicas. Este procedimiento es preventivo y permite implementar el proyecto con el sistema ambiental al respetar los recursos disponibles y facilitar su conservación.

Se parte de la definición de un sistema ambiental basado en diferentes criterios naturales y administrativos, así como en el desarrollo de una línea base que determine el estado inicial del proyecto para que se establezca la evolución del ecosistema y sus tendencias, y se logre evaluar la funcionalidad de los sistemas naturales y definir las fuentes de modificación de sus componentes.

Como producto de la evaluación de impacto ambiental se elabora una manifiestación de impacto ambiental (MIA), el cual debe reflejar las medidas para proteger y conservar la biodiversidad; sin embargo, la utilidad del instrumento se ve restringida debido a que los promotores y consultores minimizan la superficie del sistema ambiental, y carecen de información detallada y específica del área para generar la línea base del estado de salud del sistema ambiental. Esta carencia de información confiable, actualizada y útil para evaluar los impactos ambientales, limita determinar, detener y revertir el deterioro de los ecosistemas.

La LGEEPA y la LPAET señalan el uso del POEET como instrumento de política ambiental que define usos de suelo, de recursos naturales y de actividades productivas para lograr armonía entre la conservación de la biodiversidad y del medio ambiente con el desarrollo regional. Esto es obligatorio para elaborar programas y proyectos de desarrollo, ya que contiene políticas de uso y criterios estratégicos para tener un desarrollo sustentable que, en el caso de Tabasco, incluye disminuir la vulnerabilidad de la población a los impactos asociados al cambio climático.

El programa considera seis políticas de uso de acuerdo con las aptitudes del suelo, las actividades productivas, los recursos naturales, su grado de deterioro y amenazas y la vulnerabilidad por cambio climático; por ejemplo, la protección hidrológica en zonas conformadas por ecosistemas acuáticos naturales o inducidos, temporales o permanentes, cuyo propósito fundamental es la producción acuícola sustentable, la regulación hidrológica (captación de agua por escurrimientos, lluvias y recarga de acuíferos) y el tráfico fluvial, asociadas a las zonas identificadas como sitios donde se registran volúmenes importantes de agua, particularmente en época de lluvias.

La SERNAPAM emite, de manera operativa, diversas opiniones que determinan la compatibilidad de las actividades, obras o proyectos, que se pretenden llevar a cabo en cualquier lugar del estado. Incluyen recomendaciones y criterios ecológicos que coadyuven a inducir y planear el uso del suelo; sin embargo, en caso de conflicto, un comité técnico nombrado ex profeso puede ser citado para apoyar la revisión de las opiniones técnicas y para evaluar las funciones del POEET.

Hasta el año 2014 en Tabasco se encontraban registradas 52 unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), de las cuales 46 unidades son intensivas (88%) y 6 extensivas (12%); 39 manejan fauna nacional, siete fauna nacional y exótica, cinco flora nacional, y solamente una flora y fauna nacional y exótica, lo cual representa un esfuerzo para conservar y aprovechar, de manera sustentable, diversas especies nativas y exóticas en la entidad.

El manejo en las UMA puede ser *in situ*, que se caracteriza por mejorar el hábitat y evaluar los recursos previos a la autorización de su aprovechamiento; y *ex situ*, que consiste en el confinamiento de los organismos fuera de su hábitat natural, donde se observa un estricto seguimiento de criterios para asegurar la supervivencia de las poblaciones. Estas unidades tienen diversos grados de consolidación, así como de fortalezas y debilidades: en la última década, ha aumentado considerablemente la cantidad de unidades y de superficie protegida, con lo que se han presentado oportunidades de aprovechamiento creciente en quelonios y especies como el mangle y el cedro.

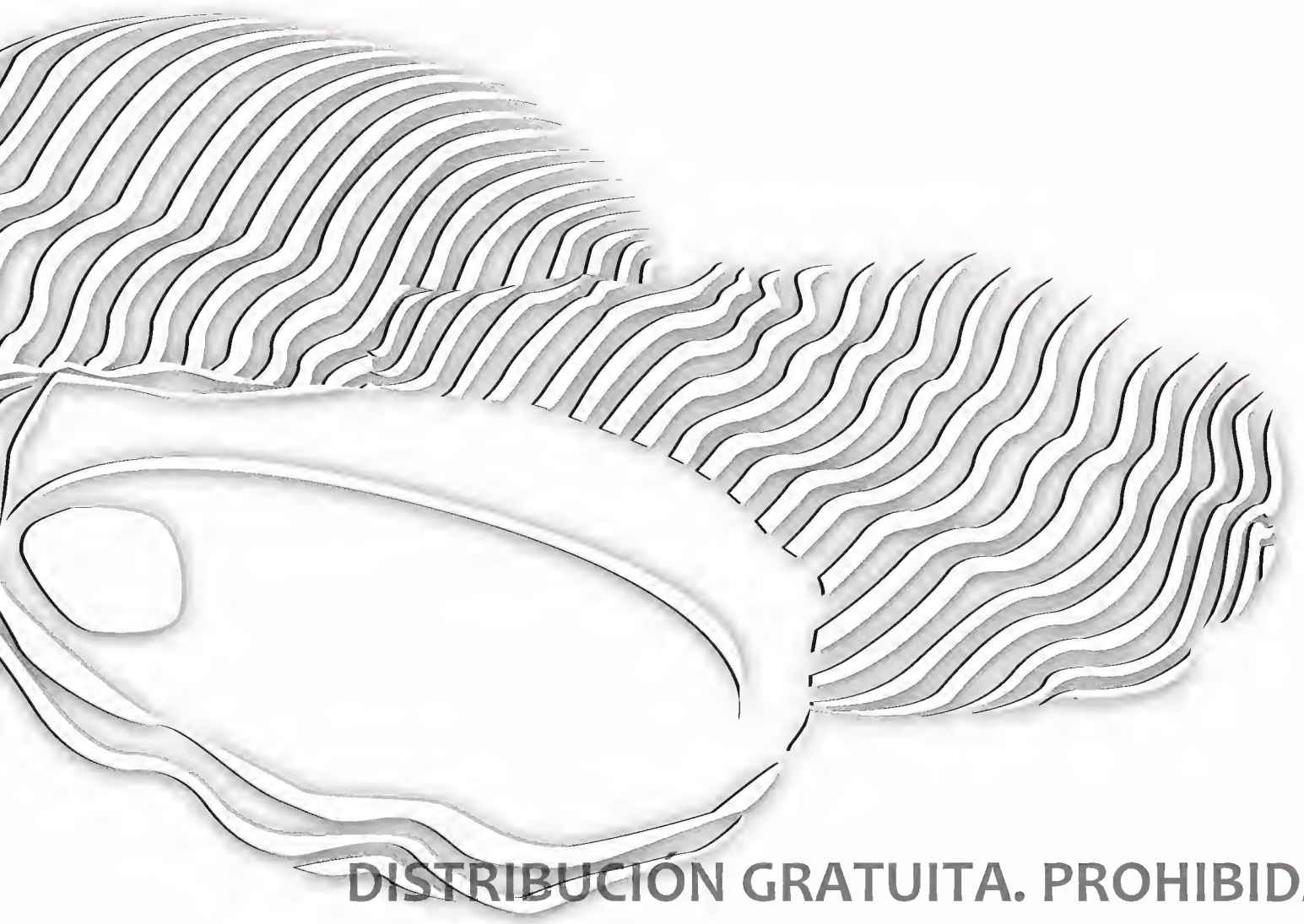
Este esquema ha sido respaldado por programas federales de la SEMARNAT. En algunos casos ha significado una reducción del tiempo para obtener la rentabilidad y asegurar la permanencia de la unidad; sin embargo, existen casos en que los problemas de organización o soporte técnico han generado desánimo alrededor de las UMA y conducido a su cierre definitivo. Las personas asociadas a las UMA (*umeros*) están organizadas mediante una asociación civil que pretende consolidar sus unidades mediante la búsqueda de financiamiento y transferencia de experiencias. Estos espacios tienen relevancia desde el punto de vista de investigación-conservación, porque algunos procesos biológicos y de adaptación de las especies pueden ser monitoreados de cerca, lo cual no sería posible en vida libre; otro de los valores es la generación de acciones de educación ambiental necesarias para revalorar la biodiversidad del estado.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Tabasco cuenta con una amplia diversidad de instrumentos de política ambiental y, con mucha consistencia, es actor de las políticas públicas ambientales que se fomentan a escalas nacional e internacional. La legislación ambiental estatal ha permitido la creación de instrumentos de política pública para proteger y conservar la biodiversidad que, sumados a los instrumentos nacionales y a los acuerdos internacionales de los cuales México es signatario, le confieren a la entidad un amplio fundamento para impulsar la protección y conservación de la biodiversidad; sin embargo, la realidad muestra una paulatina pérdida de ecosistemas y biodiversidad, por lo que es necesario conformar un sistema de protección y conservación que genere alternativas, argumente sobre conflictos ambientales, opine acerca de los proyectos a desarrollar en la entidad o en sus alrededores si se previera un impacto a los ecosistemas de Tabasco, y en particular, vigile el estado de salud de los ecosistemas dentro de los límites del estatales; todo esto de forma integral, racional, ajena a corrientes políticas y, sobre todo, comprometida con alcanzar un desarrollo sustentable.

Lo anterior no exime la necesidad de fortalecer aspectos como la coordinación interinstitucional, el financiamiento, la evaluación y el monitoreo de los ecosistemas, la revaloración de las ANP en la protección y conservación de la biodiversidad, así como la conciliación de intereses, usos y costumbres de las comunidades indígenas y rurales sobre el aprovechamiento de reproducción de especies amenazadas o en peligro de extinción.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Instrumentos de políticas públicas de protección y conservación

Eduardo Javier Moguel Ordóñez, Nelly del Carmen Jiménez Pérez, Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Juan de Dios Valdez Leal y Luis José Rangel Ruiz

Introducción

En la actualidad, a escala mundial se reconoce que la biodiversidad tiene una función central como fuente de bienestar para la población humana, ya que, además de los productos directos que de ella obtenemos y disfrutamos, también interviene en prácticamente todos los ciclos naturales que mantienen la calidad del agua, del aire y del suelo, indispensables para la supervivencia humana. Aun cuando cada país tiene el derecho soberano de explotar sus propios recursos biológicos en el marco de sus intereses, legislación y política ambiental, también tiene la responsabilidad de proteger y conservar su biodiversidad, de usarla de manera sostenible y de garantizar que las actividades que se lleven a cabo en su territorio no causen daños a la biodiversidad de otros países o de las zonas situadas fuera de los límites de la jurisdicción nacional.

La biodiversidad, entendida en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (SEDUE 1988), sigue siendo explotada en forma desmedida e irracional a pesar de los crecientes esfuerzos realizados a raíz de la firma del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), celebrado en 1992 en Río de Janeiro, Brasil (ONU 1992). La explotación de los ecosistemas se ha intensificado al grado de que la propia pérdida de biodiversidad y las consecuencias de la misma se ha visto como un problema público a escala mundial.

De acuerdo con la LGEEPA (SEDUE 1988), la protección es el conjunto de políticas y medidas orientadas a mejorar el ambiente y frenar su deterioro, mientras que la preservación se refiere a las políticas y acciones para mantener las condiciones que propicien la continuidad y evolución de los ecosistemas y hábitats naturales, así como a conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats.

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT 2000), la conservación está enfocada a la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

La política pública ambiental en Tabasco

La política pública ambiental se entiende como el conjunto de medidas que tienden a lograr el conocimiento, el ordenamiento, el uso y el manejo ambientalmente sostenible de los recursos naturales y el ambiente. Con ellas se busca articular los esfuerzos que permitan garantizar la persistencia de la biodiversidad en el tiempo y en el territorio, y generen bienestar social.

En Tabasco, la protección y conservación de la biodiversidad son temas que se empezaron a tratar con más énfasis en diversos sectores de la sociedad a partir de la creación de los grandes proyectos hidroeléctricos y agropecuarios que se desarrollaron a mediados del siglo XX, como las presas Nezahualcóyotl (Malpaso) y Ángel Albino Corso o Peñitas, así como los planes Chontalpa y Balancán-Tenosique, y que se focalizaron a raíz de

Moguel Ordóñez, E.J., N.C. Jiménez-Pérez, C.J. Pacheco-Figueroa, J. Valdez-Leal y L.J. Rangel-Ruiz. 2019. Instrumentos de políticas públicas de protección y conservación. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 343-346.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la intensificación de la explotación petrolera en los años setenta y ochenta, principalmente en municipios como Cárdenas, Comalcalco, Paraíso, Huimanguillo y Macuspana.

En la actualidad la política pública ambiental en Tabasco está conformada por un conjunto de acciones e instrumentos que emanan de iniciativas internacionales y nacionales que incluyen a las entidades federativas y municipios. Estos instrumentos de política pública en Tabasco son los siguientes:

a) Un acuerdo internacional de suma importancia es el convenio relativo a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, conocido como Convenio Ramsar, formulado en Ramsar, Irán, en febrero de 1971. Dentro de la Lista Ramsar se encuentra la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, considerado como un humedal de importancia internacional (Ramsar 1971, 2014).

b) El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es el primer acuerdo enfocado en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad a escala mundial. Fue tomado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, también conocida como Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992 (ONU 1992). A partir de ésta, en nuestro país se fortalecieron las políticas públicas en relación con la protección y conservación de la biodiversidad, y en 1992 se creó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) la cual, hasta la fecha, continúa con su labor de promover, coordinar, apoyar y llevar a cabo actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad (CONABIO 2012). Dada la importancia de las áreas naturales protegidas (ANP), en el año 2000 se creó la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Tabasco cuenta con 13 ANP, de las cuales dos son federales y las restantes son estatales.

c) La Ley General de Vida Silvestre, publicada en el año 2000 (SEMARNAT 2000), regula las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) al integrar el sistema nacional de unidades de manejo para conservar la vida silvestre. Estas UMA tienen como objetivo general la preservación del hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres, ya sea para restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable. Hasta el año 2010, en Tabasco se contaban con 52 UMA, en las cuales se manejan predominantemente especies dulceacuícolas, como las tortugas de agua dulce y el cocodrilo de pantano.

d) El Corredor Biológico Mesoamericano es un instrumento internacional para el cual se ha instalado un Consejo Estatal en Tabasco, y tiene, como función principal coadyuvar al logro de los objetivos de conservación y desarrollo sustentable en el ámbito de los corredores que corresponden a la entidad (SERNAPAM 2008a). A partir de las áreas delimitadas como corredores biológicos en este instrumento, el gobierno de la entidad ha definido medidas de protección y conservación que se plasman en otros instrumentos, como el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco (POEET). Para fortalecer las medidas que se requerían para el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, se firmó un acuerdo de intercambio de información, asistencia técnica, desarrollo de proyectos, apoyos financieros y demás actos para el logro del proyecto Corredor Biológico Mesoamericano-México en el estado (SERNAPAM 2008b).

e) A raíz del decreto de la LGEEPA, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) impulsó fuertemente los programas de ordenamiento ecológico a escala federal. Se entendieron como un proceso de planeación, cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región (SEMARNAT 2015). En el año 2006, Tabasco fue de los primeros estados del país en decretar su programa de ordenamiento ecológico (SEDESPA 2006), mismo que fue revisado y modificado en el año 2012 en respuesta a los eventos continuos de inundaciones que se presentaron desde 2007 hasta 2010 en el estado (SERNAPAM 2012).

f) Con el decreto de la LGEEPA (SEDUE 1988) y sus reglamentos, se introdujo la manifestación de impacto ambiental (MIA) como un instrumento

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

de evaluación de daños potenciales que una actividad pudiera generar al ambiente y a la biodiversidad y, de esta manera, proponer medidas que eviten o reduzcan los efectos negativos al ambiente. Este instrumento debe ser elaborado por especialistas en la materia y presentarse a la autoridad ambiental antes de iniciar cualquier actividad que lo requiera. Para Tabasco se cuentan con guías metodológicas para su realización (SERNAPAM 2010).

g) Desde 2005 el gobierno federal instauró la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Dentro de las atribuciones que le asigna la nueva Ley General de Cambio Climático, publicada en el año 2012 (SEMARNAT 2012), se encuentra "formular e instrumentar políticas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como su incorporación en los programas y acciones sectoriales correspondientes". Como parte de sus estrategias para enfrentar los impactos que se pronostican sobre su territorio por efecto del cambio climático, el gobierno del estado promovió la elaboración del Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) – el cual se concluyó en el año 2011 (SERNAPAM 2011)– y estableció la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático en el Estado de Tabasco y el Comité Interinstitucional de Cambio Climático en el Estado de Tabasco.

h) A raíz de las inundaciones ocurridas en Tabasco en el año 2007, el gobierno del estado implementó el Plan Hídrico Integral de Tabasco (PHIT) con el objetivo de ordenar las acciones inmediatas en materia hidráulica para mitigar el riesgo de inundación de la ciudad Villahermosa y otras poblaciones afectadas y, por otro lado, definir el conjunto de acciones y programas de mediano y largo plazo que permitan mitigar la vulnerabilidad y los niveles de riesgo ante los fenómenos hidrometeorológicos extremos (CONAGUA 2007). El PHIT, aun cuando no tiene alcance en todo el territorio tabasqueño, considera la creación de múltiples obras que modifican diversas áreas de escurrimientos y retención de agua, principalmente en el cauce del río Grijalva y sus tributarios, y la zona centraldel estado, teniendo efectos sobre los ecosistemas que en esas áreas se encuentran.

i) Por otra parte, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) ha fomentado la formación de recursos humanos y la conformación de grupos de especialistas por medio de convocatorias de Fondos Mixtos (FOMIX), lo que ha favorecido la integración de diversas instituciones educativas y de investigación en redes académicas enfocadas al estudio de los fenómenos hidrometeorológicos y los desastres que se originan en Tabasco y sureste del país. De igual forma, la Red Académica sobre Desastres en Tabasco (RASDET) es una red académica multidisciplinaria para desarrollar capacidades que permitan evaluar, formular y coordinar la normatividad en la prevención, mitigación, adaptación y recuperación ante eventos potencialmente catastróficos que genere impactos ambientales, económicos y sociales en el territorio tabasqueño (RASDET 2010).

Retos en relación a políticas públicas e instrumentos de protección y conservación

La política ambiental referente a la protección y conservación de la biodiversidad en Tabasco es un tema al que las autoridades locales han concedido especial atención en la última década, así lo revelan los instrumentos y acuerdos generados en este periodo. El Programa Sectorial de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental 2013-2018 (SERNAPAM 2014) es el instrumento que condensa estrategias y líneas de acción para planes y programas que se alinean a los programas federales en este mismo campo y, aun cuando tiene carácter sexenal, puede ser útil para elaborar una estrategia de trabajo a mediano y largo plazo, incorporando aspectos como un programa integral de vigilancia de la salud ambiental que incluya indicadores de la calidad ambiental.

Además, es necesario evitar la desarticulación y duplicidad de programas y acciones entre los tres órdenes de gobierno, porque propician una dilución de esfuerzos (debido al impacto de los recursos financieros asignados) y constituyen un argumento para que los actores que generan problemas ambientales evadan sus responsabilidades. De esta forma, la revisión de las leyes y reglamentos estatales en materia ambiental, la generación de normas de ámbito estatal para la protección de especies, ecosistemas o áreas prioritarias

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

para la conservación, el fortalecimiento de la participación de Tabasco en proyectos o programas nacionales e incluso internacionales, como los enfocados a los corredores biológicos, cambio climático, ordenamiento costero, entre otros, deben ser prioritarios en la agenda de sociedad y gobierno durante los próximos años.

Referencias

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012. Quienes somos. En: ‹*http://www.conabio.gob.mx/web/conocenos/quienes_somos.html*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2007. Plan Hídrico Integral de Tabasco. En: ‹*http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=103&n3=194*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

ONU. Organización de las Naciones Unidas. 1992. Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica. En: ‹*http://legal.un.org/avl/pdf/ha/cpbcbd/cpbcbd_ph_s.pdf*›, última consulta: 20 de octubre de 2015.

Ramsar. 1971. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. En: ‹*http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/scan_certified_s.pdf*›, última consulta: 20 de octubre de 2015.

——. 2014. Los sitios Ramsar. En: ‹*http://www.ramsar.org/es/sitios-pa%C3%ACses/los-sitios-ramsar*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

RASDET. Red Académica sobre Desastres en Tabasco. 2010. Quienes somos. En: ‹*http://homekas.wix.com/rasdetprueba/publicacioness#!__quienes-somos/vstc0=quien*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

SEDESPA. Secretaría de Desarrollo Social y Protección del Medio Ambiente del Estado de Tabasco. 2006. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. En: ‹*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/poet_tabasco.pdf*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Ultima reforma publicada el 19 de diciembre de 2016.

——. 2012. Ley General de Cambio Climático. Publicada el 6 de junio de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 1 de junio de 2016.

——. 2015. Ordenamiento ecológico. Estrategia federal de ordenamiento ecológico 2013-2018. En: ‹*http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico*›, última consulta: 17 de noviembre de 2015.

SERNAPAM. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2008a. Acta de integración del Consejo Estatal del Corredor Biológico Mesoamericano. 27 de agosto de 2008.

——. 2008b. Acuerdo General de Coordinación entre la CONABIO, Nacional Financiera y el Poder Ejecutivo del Estado de Tabasco para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos del proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano-México en el estado de Tabasco. 27 de agosto de 2008.

——. 2010. Guías para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad general y particular; del informe preventivo; del estudio de evaluación de daños ambientales; y del estudio de riesgo ambiental. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/GUIAS%20DE%20IMPACTO%20Y%20RIESGO.pdf*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

——. 2011. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático. En: ‹*http://www.colpos.mx/tabasco/vinculacion/PORTADA%20LIBRO%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

——. 2012. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/POET2013.pdf*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

——. 2014. Programa Sectorial de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental 2013-2018. En: ‹*http://sernapam.tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/sernapam_programa_sectorial_2013_2018.pdf*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Áreas naturales protegidas (ANP) y regiones prioritarias para la conservación

Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Introducción

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 1994) define *área protegida* como un espacio geográfico bien definido, reconocido, dedicado y manejado, por medios legales u otros eficaces, para alcanzar la conservación de la naturaleza a largo plazo con servicios asociados del ecosistema y valores culturales. Este concepto refleja una visión moderna del proceso conservacionista; sin embargo, en México la creación de áreas naturales protegidas (ANP) inició a finales del siglo XIX por razones recreativas o de protección de manantiales (Melo 2002), mientras que la primera ley que contenía algunas disposiciones relativas a las ANP (Ley Forestal) se expidió en 1926.

Fue hasta 1982 cuando se incorporaron criterios explícitos de protección de áreas naturales a los programas gubernamentales y se creó la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, de la que emanaron, en 1983, el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) y, en el año 2000, la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) que actualmente administra las áreas naturales de carácter federal, mismas que son creadas mediante un decreto presidencial. Las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas son establecidas de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento (SEDUE 1988). El sustento jurídico que regula las ANP en Tabasco se encuentra en los respectivos decretos que crearon dichas áreas y, desde 2005, también en la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco, donde se señalan las atribuciones del ejecutivo estatal en materia de ANP.

Para el 2013 se han decretado 13 ANP en Tabasco, dos de carácter federal y 11 de carácter estatal (cuadro 1) que suman un total de 3 756 km^2, lo que representa alrededor de 15% de la superficie total de la entidad (24 661 km^2, figura 1).

Las ANP de carácter federal corresponden a la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y al Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Cañón del Usumacinta. La primera es un humedal de importancia internacional registrado dentro de la convención Ramsar (figura 2). A escala regional es considerada la reserva de plantas acuáticas más importante de Mesoamérica y una de las tres ANP sujetas a atención especial en México (Lot y Novelo-Retana 1988, Novelo-Retana 2006); es también, en conjunto con la Laguna de Términos en Campeche, una de las cuencas hidrológicas prioritarias de México (Arriaga *et al.* 1998).

La segunda, Cañón del Usumacinta, es una región de alta diversidad y forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano, que se extiende desde México hasta Centroamérica. El Cañón del Usumacinta, además de resguardar áreas bien conservadas de selva alta perennifolia (figura 3), incluye cenotes, cuevas y una variedad de sitios arqueológicos, la mayoría de estos aún no rescatados ni estudiados. Entre los sitios rescatados se encuentran San Claudio y Pomoná. La CONABIO considera al Cañón del Usumacinta como una región terrestre prioritaria para la conservación (RTP) y constituye un reservorio de agua importante para la preservación y conservación de los diferentes ecosistemas que irriga el río Usumacinta, así como para el abastecimiento de la población que habita en la zona (SEMARNAT 2008).

Según los decretos gubernamentales que les dieron origen, las ANP de carácter estatal comprenden dos áreas ecológicamente protegidas, una zona sujeta a conservación ecológica, un monumento natural y siete reservas ecológicas. Estas ANP son administradas por la Secretaría de Recursos Naturales y Protección

Jiménez-Pérez, N.C. 2019. Áreas naturales protegidas (ANP) y regiones prioritarias para la conservación. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 347-354.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Áreas naturales protegidas del estado.

ANP	Categoría	Ubicación (municipio)	Superficie (ha)	Fecha de decreto	Ecosistemas principales	Injerencia
Parque Estatal de Agua Blanca	Área ecológicamente protegida	Macuspana	2 025.0	19 de diciembre de 1987	Selva alta y mediana perennifolia	Estatal
Parque Estatal de la Sierra de Tabasco	Área ecológicamente protegida	Teapa y Tacotalpa	15 113.2	24 de febrero de 1988	Selva alta y mediana perennifolia, grutas y ríos	Estatal
Gruta del cerro Coconá	Monumento natural	Teapa	442.0	24 de febrero de 1988	Selva alta perennifolia y grutas	Estatal
Pantanos de Centla	Reserva de la biosfera	Centla, Jonuta y Macuspana	302 706.0	6 de agosto de 1992	Vegetación hidrófila, riparia, selva mediana y baja subperennifolia, manglar, matorral y palmar	Federal
Parque Ecológico Laguna del Camarón	Zona sujeta a conservación ecológica	Centro	70.0	5 de junio de 1993	Vegetación hidrófila y riparia	Estatal
Centro de Interpretación y Convivencia con la Naturaleza Yumka'	Reserva ecológica	Centro	1 713.8	19 de diciembre de 1987 5 de junio de 1993	Selva mediana subperennifolia, pastizal y laguna	Estatal
Laguna de las Ilusiones	Reserva ecológica	Centro	259.3	8 de febrero de 1995	Vegetación hidrófila y riparia	Estatal
Parque Ecológico de La Chontalpa	Reserva ecológica	Cárdenas	277.0	8 de febrero de 1995	Selva mediana perennifolia	Estatal
Parque Ecológico Laguna la Lima	Reserva ecológica	Nacajuca	36.0	8 de febrero de 1995	Laguna y vegetación hidrófila y riparia	Estatal
Yu-Balcah	Reserva ecológica	Tacotalpa	572.0	10 de junio de 2000	Selva mediana y alta	Estatal
Cascadas de Reforma	Reserva ecológica	Balancán	5 748.4	23 de noviembre de 2002	Selva mediana y cuerpos lacustres permanentes y temporales	Estatal
Río Playa	Reserva ecológica	Comalcalco	711.0	29 de septiembre de 2004	Popal-tular	Estatal
Cañón del Usumacinta	Área de protección de flora y fauna	Tenosique	45 954.0	22 de septiembre de 2008	Selva alta perennifolia, río Usumacinta	Federal

Fuente: elaboración propia con datos de los respectivos decretos.

Ambiental (SERNAPAM). Estas categorías no siempre corresponden a las descritas en la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (Congreso del Estado 2005), en la que se contemplan ANP de competencia estatal: reservas ecológicas, parques y áreas estatales de protección hidrológicas; y municipal: reservas ecológicas y parques municipales y zonas de preservación ecológica de los centros de población.

Las ANP del estado tienen diferentes orígenes. La mayor parte proviene de terrenos expropiados o adquiridos por el estado, excepto el Parque Ecológico de La Chontalpa, que es propiedad del Colegio de Posgraduados, campus Tabasco; la Laguna de las Ilusiones por medio de concesiones; y Yu Balcah, que es una reserva privada.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco (POEET; SEDESPA 2006), el tipo de vegetación primaria que predomina en el estado es la vegetación hidrófila, que ocupa alrededor de 17% de la superficie, seguida por las áreas de selva tropical que cubren 10% del total. En este contexto, las ANP establecidas protegen los tipos de vegetación con más presencia en la entidad; sin embargo, para el caso de las selvas tropicales, la representación dentro de las ANP puede ser solo aparente, ya que esta cifra engloba a diversas comunidades vegetales, como selvas altas y medianas perennifolias y subperenifolias, y a las selvas bajas caducifolias e inundables. Por si fuera poco, al interior de cada una de estas categorías existen subdivisiones que dependen de la composición del estrato arbóreo, de modo que cada comunidad presenta características fisionómicas y ecológicas muy particulares que es importante conservar.

Regiones prioritarias para la conservación

A pesar de los esfuerzos por conservar los tipos de vegetación representativos del estado, ecosistemas como los pastizales naturales o sabanas, y las dunas costeras y comunidades importantes pero relictuales (como el bosque mesófilo de montaña y el encinar tropical), han quedado fuera de las iniciativas de protección. A continuación se describen brevemente sus características, importancia biológica y distribución.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

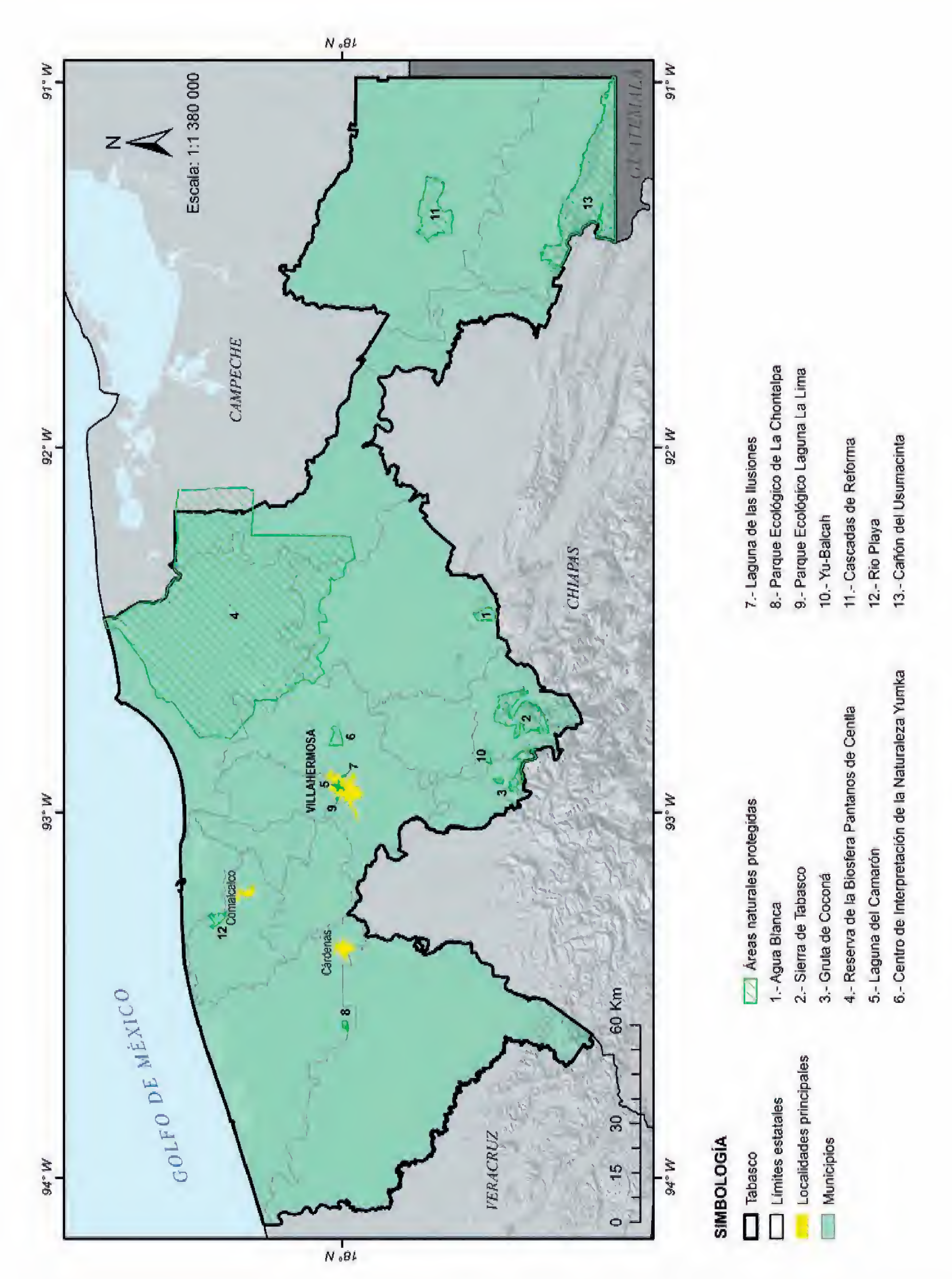


Figura 1. Localización de las ANP del estado. Fuente: elaboración propia con datos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco (SEDESPA 2006).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

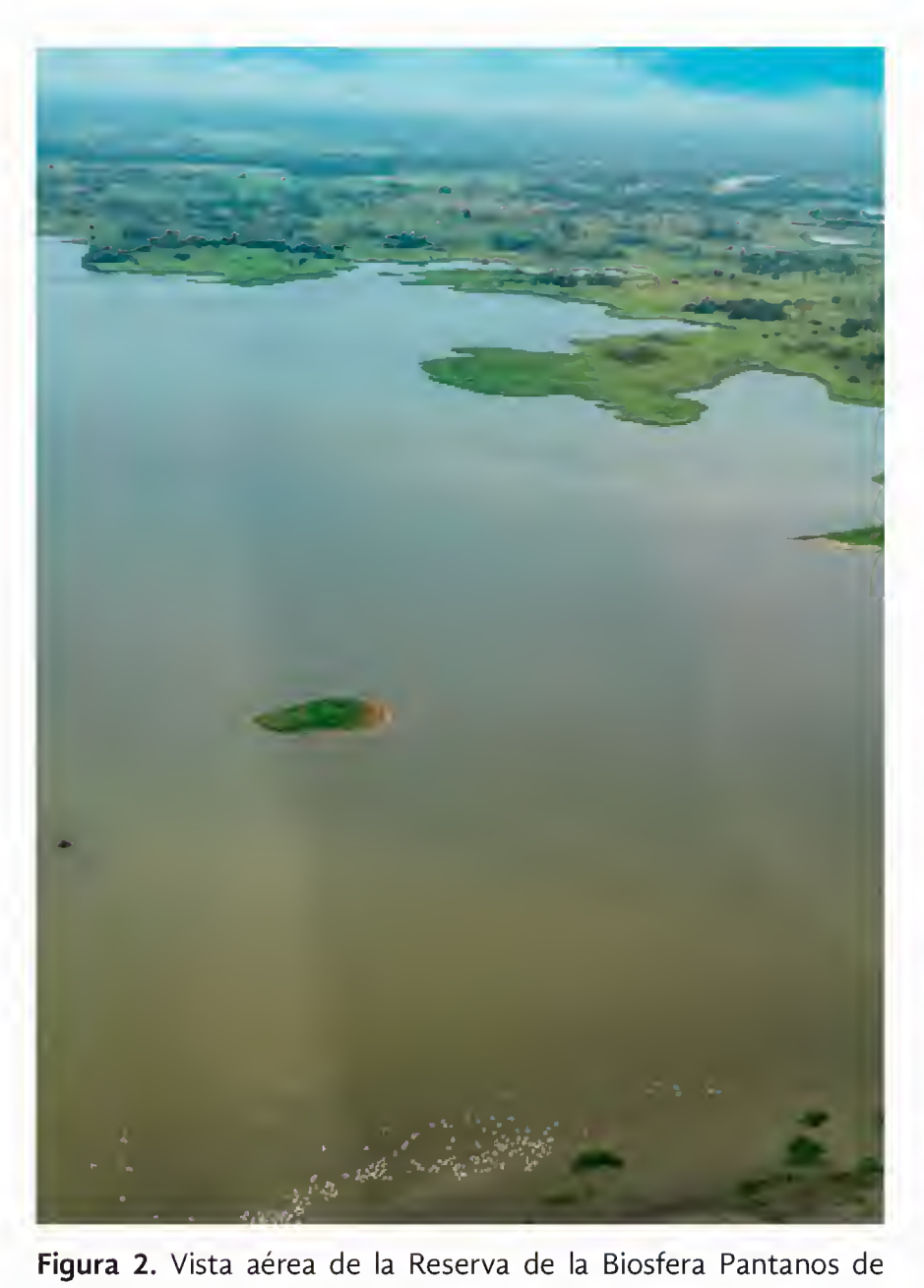


Figura 2. Vista aérea de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: C.G. Navarro.

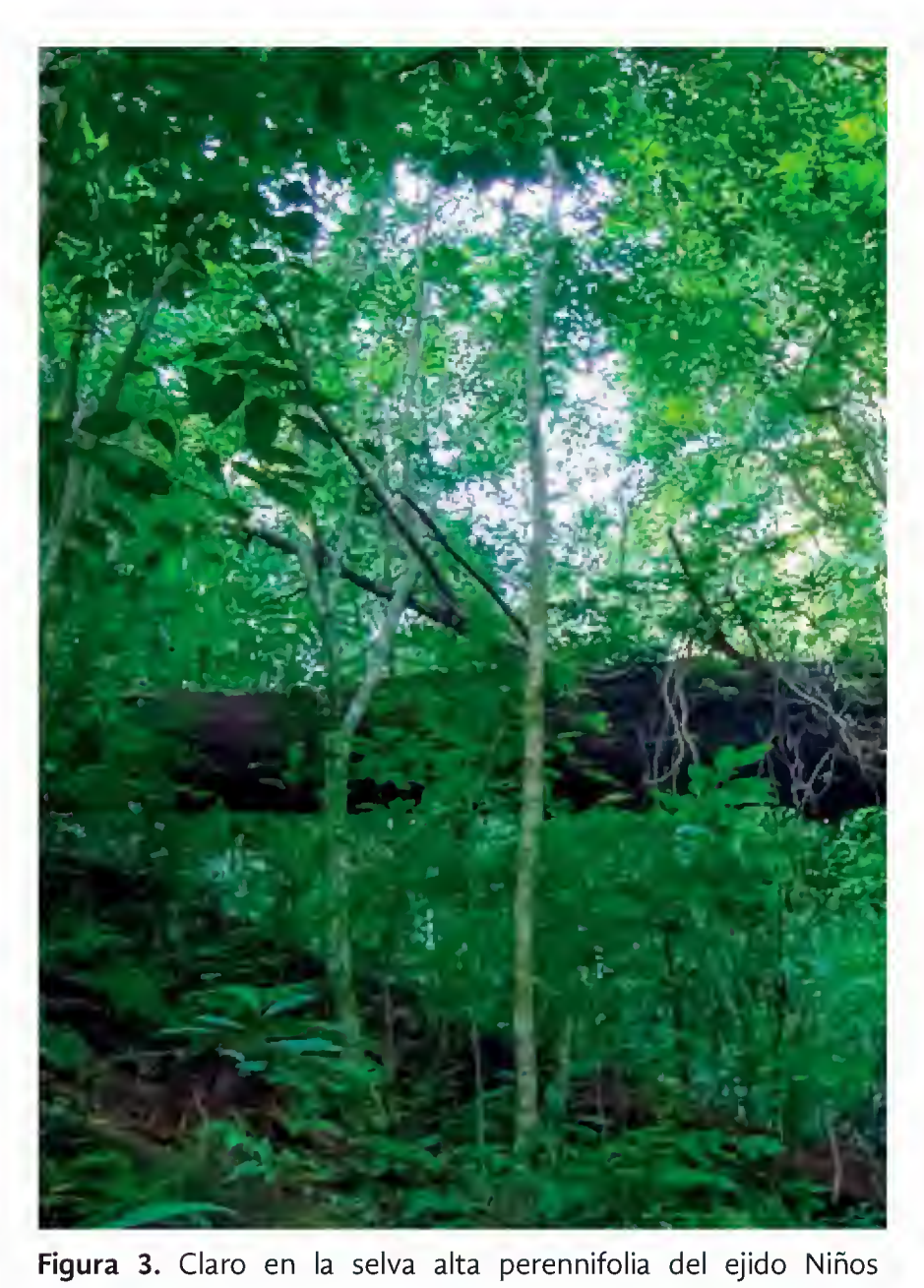


Figura 3. Claro en la selva alta perennifolia del ejido Niños Héroes, Tenosique, debido a la caída de un árbol (APFF Cañón del Usumacinta). Foto: N.C. Jiménez-Pérez.

Pastizales. Los pastizales naturales (sabanas) son asociaciones predominantemente herbáceas que presentan una distribución discontinua de árboles bajos, como tachicón (*Curatella americana*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y jícaro (*Crescentia cujete*). Las sabanas tabasqueñas están consideradas entre las más típicas de México (Puig 1972, Rzedowski 1981) y se localizan principalmente en el municipio Huimanguillo (figura 4).

Bosques mesófilos de montaña. Desde el punto de vista biogeográfico, los bosques mesófilos de montaña son ecosistemas muy diversos e interesantes debido a las afinidades de su flora tanto del elemento boreal como meridional, y en ningún otro tipo de vegetación de México son más notorias las relaciones con la flora asiática. En el estado tiene muy escasa representación, pero se encuentran relictos en el extremo sur del municipio Huimanguillo (figura 5).

Encinar tropical. Los encinares tropicales comúnmente dominados por robles (*Quercus oleoides*) son comunidades de origen templado que se ajustó a las condiciones tropicales. Se considera que pudo fungir como refugio florístico y faunístico durante el Pleistoceno (Prance 1982). Se encuentra en los municipios Balancán, Emiliano Zapata y Huimanguillo, y en forma de manchones frecuentemente aislados y dispersos, usualmente en ecotonía con otros tipos de vegetación más abundantes, como selvas o dentro de las sabanas (figura 6).

Dunas costeras. Este tipo de vegetación predominantemente herbácea se presenta a lo largo de los cordones litorales del estado, en los municipios Cárdenas, Centla, Huimanguillo y Paraíso. Son comunidades dinámicas formadas por la vegetación que cubre los montículos de arena y están sujetas a la acción del viento, lo que explica sus formas, tamaños y altura variables (figura 7).

Problemática

Del mismo modo que a escala nacional, la compleja problemática que persiste en las ANP del estado deriva de dos aspectos no necesariamente desconectados: uno es de carácter administrativo y organizacional,

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 4. Sabana con tasiste (*Acoelorrhaphe wrigthii*) en los alrededores de Francisco Rueda, municipio Huimanguillo. Foto: N.C. Jiménez-Pérez.

Figura 5. Bosque mesófilo de montaña en la porción sur del municipio Huimanguillo. Foto: M.A. Guadarrama-Olivera.

Figura 6. Manchones de encinar tropical (*Quercus oleoides*) en la sabana de Huimanguillo. Foto: J.M. Ascencio-Rivera.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 7. a) Plantas rastreras y b) matorral de la vegetación de dunas costeras en Cuauhtemoczin, municipio Cárdenas. Fotos: N.C. Jiménez-Pérez.

y el segundo ocasionado por la pérdida y deterioro ambiental por presiones antropogénicas (Melo 2002).

Debido a que la mayoría de las ANP existentes fueron decretadas antes de que se contara con un marco legal adecuado, los criterios con que fueron creadas presentan incongruencias conceptuales respecto a las leyes que regulan el establecimiento de las ANP, por lo que es imprescindible que se revisen y se establezcan equivalencias formales y legales en las diferentes categorías de manejo a escalas federal y estatal. Esto daría pauta a una mejor administración de las ANP, así como a un manejo adecuado y acorde con los objetivos de cada una.

Por otro lado, en las últimas décadas, Tabasco –como el resto del país– ha sufrido una intensa deforestación, lo que ha conducido a la pérdida de gran parte de la cobertura vegetal primaria. Al respecto, de acuerdo con el POEET (SEDESPA 2006), alrededor de 8 927 km^2 (36% de la superficie estatal) se encuentran en un grado de alta amenaza debido a los impactos de origen antropogénico. Esta superficie corresponde a zonas de vegetación natural, dentro de las cuales se incluyen la mayoría de las ANP estatales y las zonas relevantes para la conservación (SEDESPA 2006). Presiones como el aumento de la frontera agrícola, degradación del suelo, quemas e incendios forestales, generan pérdida de los recursos de vida silvestre y su diversidad, así como de bienes y servicios ambientales, con la consecuente limitación de las posibilidades del desarrollo social y económico (figuras 8 - 10). Aunado a esto, los recursos humanos y materiales ligados a la administración de las ANP de la entidad resultan insuficientes para cubrir las acciones operativas implicadas en su manejo (Alcudia-García com. pers.).

Perspectivas

Al ser conocida la importancia estratégica de las ANP de Tabasco y las presiones que amenazan su permanencia, resulta impostergable que se tomen medidas encaminadas a garantizar la continuidad de los espacios de conservación. El desafío es diseñar los programas de manejo y conservación correspondientes de acuerdo con la importancia biológica y social que su finalidad reclama (figura 11), a la par que es necesario elaborar, como paso inicial, una diagnosis para todas la ANP de la entidad, que incluya una evaluación completa de la diversidad presente en ellas, investigación especializada en problemas de deterioro ambiental, control de actividades humanas, y el análisis de los diferentes factores sociales y económicos que impactan en su desarrollo. También son urgentes acciones encaminadas a promover la participación y conciencia social alrededor de estos espacios naturales.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 8. Cultivos y acahuales en el ejido Boca del Cerro, perteneciente al APFF Cañón del Usumacinta, municipio Tenosique. Foto: N.C. Jiménez-Pérez.

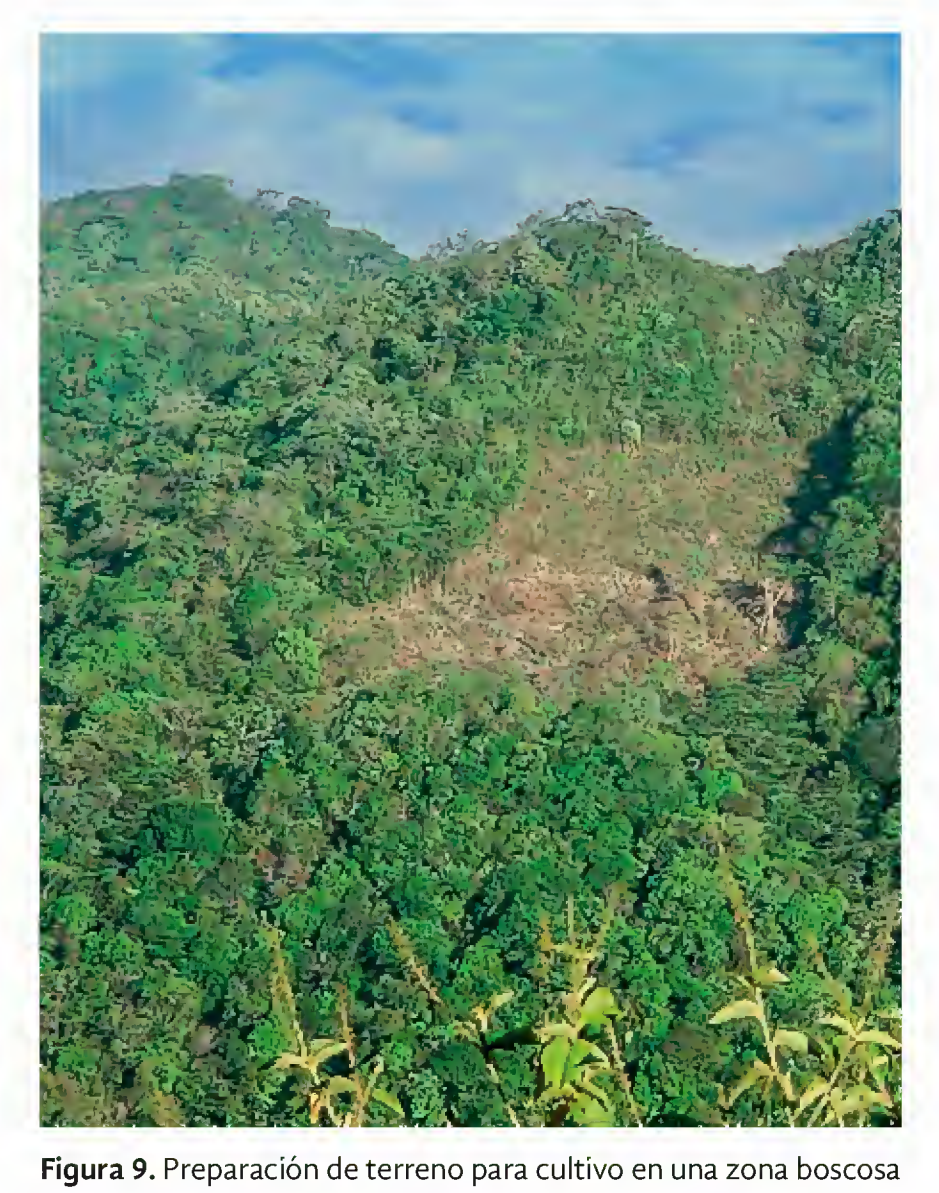


Figura 9. Preparación de terreno para cultivo en una zona boscosa del APFF Cañón del Usumacinta, municipio Tenosique. Foto: N.C. Jiménez-Pérez.

Figura 10. Vista aérea de un incendio en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: C.G. Navarro.

Figura 11. Familia de pescadores en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Foto: C.G. Navarro.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Referencias

Alcudia-García, P. 2013. Director de Servicios Ambientales de la Subsecretaría de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. Comunicación personal, junio.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer *et al.* 1998. Programa de cuencas hidrológicas prioritarias y biodiversidad de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Primer Informe Técnico. CONABIO/USAID/FMCN/WWF, México.

Congreso del Estado. 2005. Ley de Protección Ambiental del estado de Tabasco. Publicada el 20 de abril de 2005 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 29 de julio de 2015.

Lot, A. y A. Novelo-Retana. 1988. El pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. En: *Ecología y conservación del delta de los ríos Usumacinta y Grijalva, Memorias*. INIREB/Gobierno del Estado de Tabasco, Tabasco, pp. 537-547.

Melo, C. 2002. *Áreas naturales protegidas de México en el siglo XX. Temas selectos de geografía de México*. Instituto de Geografía-UNAM, México.

Novelo-Retana, A. 2006. *Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C., México.

Prance, G.T. 1982. *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, Nueva York.

Puig, H. 1972. La sabana de Huimanguillo, Tabasco, México. En: *Memorias del 1er Congreso Latinoamericano de Botánica*. Sociedad Botánica de México, México, pp. 389-411.

Rzedowski, J. 1981. *La vegetación de México*. Limusa, México.

SEDESPA. Secretaría de Desarrollo Social y Protección del Medio Ambiente. 2006. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. En: ‹*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/poet_tabasco.pdf*›, última consulta: 18 de noviembre de 2015.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Decreto por el que se declara área natural protegida con la categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Cañón del Usumacinta, localizada en el municipio de Tenosique, en el estado de Tabasco. Publicado el 22 de septiembre de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 1994. Guidelines for national system planning for protected areas. Cambridge, Reino Unido.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Ordenamiento ecológico territorial como instrumento de política ambiental

Lilia María Gama Campillo, Claudia Villanueva García, Hilda María Díaz López, Ricardo Alberto Collado Torres y Andrés Eduardo Pedrero Sánchez

Antecedentes

En la década de los setenta, como respuesta a una pérdida acelerada de los sistemas naturales por la sobreexplotación y contaminación, se crearon organismos mundiales orientados a atender los ecosistemas y usar adecuadamente sus recursos. Esto propició que, en 1972, el gobierno mexicano creara la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, sectorizada a la Secretaría de Salud, para atender los problemas de contaminación urbana generada por las industrias y el tráfico vehicular. En 1982 se promovió una reforma a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) en materia de política ambiental, con el fin de inducir el desarrollo de una legislación de protección al medio ambiente con un enfoque integral, lo que dio pauta al decreto de creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y a la promulgación la Ley Federal de Protección al Ambiente (Meave y Carabias 2005).

En 1987 se reformaron los artículos 27 y 73 de la CPEUM, y el Estado quedó obligado a dictar medidas para mantener el equilibrio ecológico y establecer los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales, para fomentar un desarrollo productivo de protección al medio ambiente, lo que dio como resultado la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, conocida como LGEEPA (SEDUE 1988).

Para atender las desigualdades sociales y la degradación de los recursos naturales por una falta de planeación, en esta ley se dispuso establecer una serie de herramientas como el ordenamiento ecológico, quizás el instrumento normativo básico más poderoso de dicha ley.

El ordenamiento ecológico territorial (OET) es un instrumento normativo básico para orientar el desarrollo de las actividades productivas y el uso de los recursos y servicios ambientales. De acuerdo con la LGEEPA, Título Primero, artículo 3, fracción XXIII, también es el "instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos" (SEDUE 1988).

En la LGEEPA se mandatan atribuciones a los gobiernos estatales y locales para que elaboren sus ordenamientos ecológicos regionales y municipales, respectivamente, con base en lineamientos y términos de referencia propuestos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Los OET estatales deben incluir una caracterización y diagnóstico de las condiciones locales, y definir los criterios de regulación ecológica en la dinámica de las actividades productivas y los asentamientos humanos para preservar, proteger, restaurar y aprovechar los recursos naturales de manera sustentable, con base en los lineamientos establecidos en materia de ejecución, evaluación, seguimiento y modificación. Cabe precisar que su instrumentación y vinculación con otros instrumentos está determinada por las leyes locales.

Ordenamiento ecológico territorial de Tabasco

La Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco define al ordenamiento ecológico como el instrumento de política ambiental que tiene por objetivo contribuir a

Gama, L., C. Villanueva-García, H.M. Díaz-López, R. Collado y A.E. Pedrero Sánchez.. 2019. Ordenamiento ecológico territorial como instrumento de política ambiental. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 355-358.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

la definición de usos del suelo, de los recursos naturales y de las actividades productivas, para hacer compatible la conservación de la biodiversidad y del medio ambiente con el desarrollo regional, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Esto es de carácter obligatorio en el estado y sirve de base para elaborar los programas y proyectos de desarrollo que se pretendan ejecutar (Congreso del Estado 2005).

Para cumplir lo que dispone la ley, en diciembre del 2006 el gobierno del estado decretó el primer Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco (POEET; SEDESPA 2006), el cual fue revisado y validado por el Comité Técnico Estatal de Ordenamiento Ecológico, instalado el 17 de agosto de 2005. Este órgano colegiado se integra por representantes de los tres órdenes de gobierno, instituciones académicas, asociaciones civiles, cámaras empresariales y del poder legislativo.

El primer modelo del POEET delimitaba la geografía estatal en zonas funcionales de acuerdo con las aptitudes del suelo, las actividades productivas, los recursos naturales y su grado de deterioro, con políticas y criterios ambientales para cada zona y por tipo de actividad.

Sin embargo, derivado de la contingencia ambiental asociada a un evento extraordinario de precipitación –provocado por un frente frío ocurrido en noviembre de 2007– que generó inundaciones en el sureste del país con una duración, magnitud e intensidad históricas, el gobierno estatal, a través de la Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental (SERNAPAM), solicitó un proceso de actualización del programa de ordenamiento ecológico que incluía la posibilidad de tener escenarios en el territorio con eventos hidrometeorológicos extraordinarios.

Se considera que las inundaciones provocadas por estos eventos, que están vinculados en parte al calentamiento que está sufriendo el planeta debido a los gases de efecto invernadero, se reflejan en los escenarios potenciales de cambio climático que han sido construidos para el sureste de México. Estos escenarios marcan tendencias de cambios en la distribución de la precipitación, con la aparición más frecuente de eventos atípicos con potencial para ocasionar desastres. En todo el mundo, el tema del cambio climático y su inclusión en las estrategias de planeación es una prioridad, no sólo para buscar el bienestar de la población, sino como una medida de seguridad. Por lo anterior, se requirió un nuevo modelo innovador en este tema, una herramienta de planeación que promoviera el aprovechamiento sustentable y la gestión integral del riesgo de la población y su patrimonio, focalizado en la vulnerabilidad de la entidad ante los fenómenos hidrometeorológicos y el cambio climático para establecer políticas ambientales de acuerdo con las circunstancias y realidad estatal, y que contribuya a la conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos naturales.

La actualización del POEET, decretada el 22 de diciembre del 2012 (Congreso del Estado 2012), divide al estado en 325 unidades de gestión ambiental (UGA) y les asigna una de las siguientes seis políticas ambientales: conservación, prioritaria de conservación, restauración, protección hidrológica, aprovechamiento sustentable y área natural protegida, según las aptitudes del suelo, las actividades productivas, los recursos naturales, su grado de deterioro y las amenazas y vulnerabilidad por el cambio climático. A cada UGA se le designan también criterios ambientales generales y específicos por tipo de actividad.

Como se aprecia en la figura 1 y en el cuadro 1, las unidades de gestión ambiental vinculadas a políticas encaminadas a la protección (conservación, prioritarias de conservación, protección hidrológica y áreas naturales protegidas) cubren 51.49% de la superficie estatal, donde se incluyen áreas naturales protegidas como la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (la zona de humedales más importante de Mesoamérica), además de la franja costera donde se extienden importantes superficies de manglar. Por su parte, 10.39% del territorio estatal se considera UGA con política ambiental encaminada a la restauración; éstas corresponden a humedales afectados por diferentes actividades productivas y cuyos servicios ambientales deben recuperarse. Por otro lado, en el ordenamiento se considera 38.12% de extensión del territorio para aprovecharlo con diferentes estrategias de manejo que permitan el desarrollo de actividades productivas y eviten el deterioro del territorio, al mismo tiempo que promuevan la sustentabilidad.

Para la observancia e instrumentación del POEET, la SERNAPAM emite opiniones que determinan la compatibilidad o no de las actividades, obras o proyectos que se pretenden llevar a cabo en cualquier lugar del estado, incluyendo recomendaciones y criterios ecológicos que coadyuvan a inducir y planear el uso del suelo; sin embargo, en caso de conflicto, el comité técnico puede ser citado a apoyar la revisión de las opiniones técnicas, así como a evaluar la funcionalidad del POEET.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

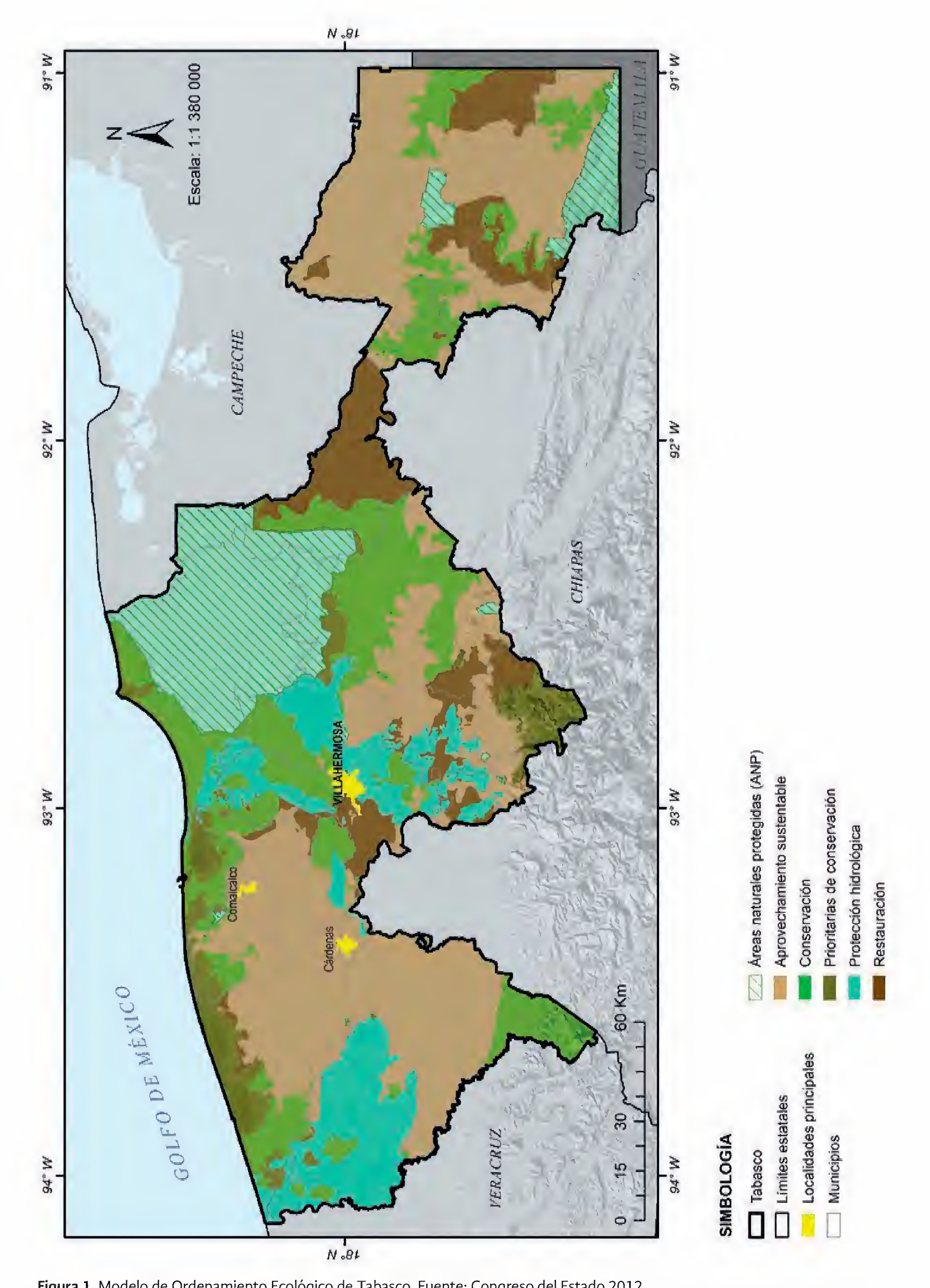


Figura 1. Modelo de Ordenamiento Ecológico de Tabasco. Fuente: Congreso del Estado 2012.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cuadro 1. Políticas ambientales reconocidas en el POEET y su porcentaje de ocupación.

Tipo de unidades de gestión	Definición	Cobertura de la superficie estatal (%)
Zonas de conservación	Áreas que presentan ecosistemas poco alterados, ya que mantienen en buenas condiciones su estructura, función y procesos ecológicos. Pueden o no presentar especies que se encuentren en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los servicios ambientales que brindan son estratégicos para disminuir los riesgos de la población humana y su patrimonio ante fenómenos hidrometeorológicos, de erosión costera y a los efectos del cambio climático	19.96
Zonas de restauración	Áreas que presentan degradación moderada o severa de sus recursos naturales o ecosistemas y que, por su ubicación o potencial productivo, es indispensable implementar actividades que contribuyan al mejoramiento o restablecimiento de los servicios ambientales, la conectividad biológica y los procesos ecológicos	10.39
Zonas prioritarias de conservación	Zonas de jurisdicción estatal o federal indispensables para proteger o conservar, ya que la disminución o pérdida de sus propiedades naturales implican incremento en el riesgo de la población y su patrimonio, disminución de especies endémicas o riesgo a las mismas, así como de los recursos naturales estratégicos para el desarrollo social y económico de la entidad	5.88
Zonas de áreas naturales protegidas	Decretadas como áreas naturales protegidas de jurisdicción federal, estatal o municipal con base en la LGEEPA y la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco, o equivalentes	14.37
Zonas de protección hidrológica	Conformadas por ecosistemas acuáticos naturales o inducidos, temporales o permanentes, cuyo propósito fundamental es la producción acuícola sustentable, regulación hidrológica (captación de agua por escurrimientos, lluvias y recarga de acuíferos) y tráfico fluvial	11.28
Zonas de aprovechamiento sustentable	Áreas totalmente modificadas que no conservan características de los ecosistemas representativos de la región, con actividades como ganadería, agricultura, industria, extracción mineral, actividad petrolera o vías de comunicación, entre otras. Éstas actividades deben ejecutarse o establecerse con criterios de sustentabilidad, para prevenir, restaurar, mitigar, compensar y conservar los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales existentes en las zonas de influencia de su desarrollo	38.12

Fuente: Congreso del Estado 2012.

Conclusión

El ordenamiento ecológico territorial actual, como instrumento de planeación en el caso de Tabasco, si bien requiere de información para llevar a cabo armónicamente las diferentes actividades productivas en el estado, tiene como insumo principal la información relacionada con las amenazas esperadas por el cambio climático, con potencial para generar eventos de desastres, así como los futuros escenarios que se presentarán con el incremento de la temperatura en el planeta, como guía para buscar estrategias de desarrollo a corto y mediano plazo con base en adaptaciones que generen bienestar en la población y reduzcan su vulnerabilidad.

Referencias

Congreso del Estado. 2005. Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco. Publicada el 20 de abril de 2005 en el Periódico Oficial del Estado. Última reforma publicada el 29 de julio de 2015.

——. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Suplemento 7335 Ñ. Publicado el 22 de diciembre de 2012 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente.

Meave, J. y J. Carabias. 2005. *Ecología y medio ambiente*. Pearson-Prentice Hall, México.

SEDESPA. Secretaría de Desarrollo Social y Protección del Medio Ambiente del Estado de Tabasco. 2006. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. En: ‹*http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/poet_tabasco.pdf*›, última consulta: 11 de noviembre de 2013.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1998 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Evaluación de impacto ambiental como herramienta de protección de la biodiversidad

Victor Roberto Carballo Cruz y Eduardo Javier Moguel Ordóñez

Introducción

Dentro de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA; SEDUE 1988) y la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco (LPAET; Congreso del Estado 2012) se establece la evaluación del impacto ambiental (EIA) como un instrumento de carácter preventivo que permite integrar, de modo ordenado, un proyecto al ambiente.

Una de las ventajas que ofrece este procedimiento es la posibilidad del analizar los procesos productivos y el planteamiento de mejores tecnologías o procesos, para que la integración a un ecosistema se lleve a cabo de forma amigable y con ello lograr aceptación social, en un marco jurídico congruente.

Como parte del desarrollo de la gestión ambiental en nuestro país, de acuerdo con la LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA; SEMARNAP 2000), es competencia de las entidades federativas formular e implementar instrumentos que regulen y controlen el desarrollo de las actividades productivas antrópicas; en Tabasco, entre estos instrumentos se encuentran la LPAET y su reglamento en materia de impacto ambiental (Congreso del Estado 2009).

La manifestación de impacto ambiental (MIA), como herramienta para integrar la información de un proyecto y someterlo al procedimiento de evaluación de impacto ambiental (EIA) ante las diferentes instancias gubernamentales, está contemplado dentro de la legislación federal en las modalidades particular y regional (SEMARNAP 2000), y dentro de la legislación estatal en las modalidades particular y general (Congreso del Estado 2010a, b).

Uso de la manifestación de impacto ambiental

El MIA, en cualquiera de sus modalidades y jurisdicciones, es el documento en el que se da a conocer a la autoridad respectiva, las obras o actividades a desarrollar, así como los impactos potenciales derivados de su ejecución, para determinar las medidas de prevención, mitigación o compensación que respalden la vialidad al proyecto. El procedimiento se convierte en preventivo y permite la implementación del proyecto de forma amable con el sistema ambiental al respetar los recursos disponibles y facilitar su conservación.

Dentro de los artículos 28 de la LGEEPA y 5 del REIA en la normatividad aplicable de la federación, y en el artículo 90 de la LPAET y 6 de su reglamento para las obras de competencia estatal, se describen los proyectos que se deben someter al procedimiento de EIA.

Independientemente de la jurisdicción que aplique para la evaluación de la obra es común que, como medidas de mitigación de impactos, se proponga el desarrollo de programas para manejar los diferentes materiales y residuos generados. Entre esos programas figuran los encaminados al correcto manejo, disposición y tratamiento de aguas residuales; el empleo de sanitarios portátiles y depósitos para residuos aceitosos; la instalación de membranas para evitar la dispersión de derrames accidentales de sustancias o residuos; el monitoreo de la calidad del agua, suelo o aire; el empleo de los residuos del deshierbe y despalme para su incorporación al suelo en las áreas del proyecto; la reforestación que privilegie la flora nativa; la restricción en el uso de productos químicos para actividades de preparación de sitio; y, de manera especial, la reducción del riesgo en ambientes laborales, con base en la

Carballo-Cruz, V.R. y E.J. Moguel Ordóñez. 2019. Evaluación de impacto ambiental como herramienta de protección de la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 359-362.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

normatividad propuesta por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, resaltando el uso de bitácoras, señalización y equipos de protección personal.

No obstante, en el estado, relativamente pocos MIA incluyen el empleo de medidas para evitar retenciones de flujos hídricos o modificación en la estructura de la comunidad de especies faunísticas o florísticas (figuras 1 y 2), y menos aún para modificaciones sociales en estudios de gran escala, como obras hidráulicas para el control de los escurrimientos en las zonas más pobladas de Tabasco, entidad que en los últimos años (2007-2010) ha registrado severas inundaciones en diferentes regiones.

De igual forma, el análisis de los MIA autorizados tanto por el gobierno federal como por el estatal, permite apreciar que carecen de indicadores sobre la valoración del funcionamiento de las medidas propuestas y, menos aún, de los ecosistemas afectados. Este problema es recurrente en el procedimiento de EIA, por lo que la falta de estos indicadores de valoración no permite proyectar el éxito de las medidas propuestas para evitar o atenuar impactos a los ecosistemas por las obras en operación (Manteiga 2000, Martínez *et al.* 2005). Así como se pierde la filosofía preventiva de este importante instrumento de gestión, se convierte en un requisito más dentro de los requerimientos para el desarrollo del proyecto.

Figura 1. Modificación del flujo superficial del agua por alteraciones a su cauce, lo que origina cambios en los componentes del ecosistema, como pérdida de vegetación. Foto: Víctor Roberto Carballo-Cruz.

Figura 2. Interrupción de la escorrentía superficial por la residualidad resultante del terraplén de la carretera. Se considera significativo porque obstaculiza y modifica la continuidad de los procesos naturales, como son migración de especies acuáticas o muerte de zonas arboladas por exceso o disminución de la cantidad de agua. Foto: Víctor Roberto Carballo-Cruz.

Problemática en su aplicación

En las guías propuestas para la elaboración del MIA a escala federal por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se propone la definición de un sistema ambiental basado en diferentes criterios naturales y administrativos, así como desarrollar una línea base para determinar el estado inicial del proyecto para que, con esta plataforma, se establezca la evolución del ecosistema y sus tendencias, con la finalidad de evaluar la funcionalidad de los sistemas naturales y definir las fuentes de modificación de sus componentes (INE 2000). Sin embargo, en los lineamientos establecidos en las guías estatales, los sistemas ambientales a ser afectados potencialmente se limitan a un radio de 5 km para los sistemas hidrológicos y 2 km para los ecosistemas terrestres(Congreso del Estado 2010a, b), y no existe una integración de un sistema dinámico que permita observar las relaciones entre el área de la obra y los ecosistemas aledaños para que, con esta base, se puedan verificar los impactos potenciales y aplicar las medidas adecuadas que detengan el deterioro de los mismos. En este sentido, se tiene el riesgo de que la información del sitio donde se desarrollará la obra no permita pronosticar los cambios significativos potenciales que genera, así como su repercusión en el ecosistema.

Otro elemento básico que permite evaluar los impactos ambientales de una obra o actividad en el tiempo es la determinación de una línea base del estado de salud del sistema ambiental donde el proyecto se insertará, referente que no se contempla en las guías

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

estatales para la elaboración del MIA. Así, se propicia un vacío en el requerimiento de indicadores que permitan determinar el estado inicial del sistema y definir la valoración de éxito de las medidas de prevención propuestas. Esta carencia de información ambiental confiable, actualizada y útil para la evaluación de impactos ambientales limita evaluar, detener y revertir el deterioro de los ecosistemas (Manteiga 2000, Martínez *et al*. 2005).

Perspectivas del MIA en la conservación de la biodiversidad en Tabasco

Desde mediados del siglo XX, en Tabasco se han ejecutado grandes proyectos que, de diversas formas, han causado impactos ambientales permanentes y con amplia magnitud, como el Plan Chontalpa y el Plan Balancán-Tenosique, que impulsaron la deforestación y construcción de infraestructura hídrica, así como el uso de productos agroquímicos de forma masiva. Otro ejemplo es la actividad petrolera, que durante los años setenta y ochenta observó una importante dinámica en la infraestructura para la exploración y explotación de hidrocarburos, construyó caminos, canales, áreas de almacenamiento y transporte; además de la construcción de las presas de Malpaso y Peñitas (ambas en Chiapas) que regulan el flujo hídrico hacia la planicie del estado. Aun cuando los impactos de estos proyectos son de gran significado, las modificaciones ambientales han sido encubiertas en gran medida por la amplia disponibilidad de recursos hídricos, la extensa diversidad biótica, la resiliencia de ecosistemas de humedales como los popales y tulares, y la alta capacidad de colonización de especies generalistas en zonas modificadas (figura 3).

Figura 3. Obra en fase de operación, los impactos en esta fase no son significativos en función de que el sistema ambiental presenta una alta resiliencia, que es la capacidad del sistema de recuperarse después de una acción adversa. Foto: Víctor Roberto Carballo-Cruz.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conclusión

Si bien no se tiene aproximación alguna al verdadero impacto que esas actividades provocaron en los ecosistemas y biodiversidad, es oportuno y útil aplicar las manifestaciones de impacto ambiental como una herramienta de evaluación y seguimiento de los proyectos productivos y de desarrollo que se lleven a cabo en el estado, a partir del conocimiento del potencial de las cuencas hidrológicas de la región, con inventarios reales basados en un sistema cartográfico actualizado y con escalas adecuadas que posibiliten la identificación de zonas críticas de biodiversidad para que, de esta manera, se reconozca, valore y fortalezca la conectividad de los sistemas ambientales (Landa y Carabias 2008, Cotler y Caire 2009).

Referencias

Congreso del Estado. 2009. Reglamento de la Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco, en materia de evaluación del impacto y riesgo ambiental. Publicada el 3 de junio de 2009 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente.

——. 2010a. Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad general. En: <*http://sernapam.tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/GUIAS%20DE%20IMPACTO%20Y%20RIESGO.pdf*>, última consulta: junio de 2015.

——. 2010b. Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental modalidad particular. En: <*http://sernapam.tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/GUIAS%20DE%20IMPACTO%20Y%20RIESGO.pdf*>, última consulta: junio de 2015.

——. 2012. Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco. Publicada el 5 de diciembre de 2012 en el Periódico Oficial del Estado. Texto vigente.

Cotler, H. y G. Caire. 2009. *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. INE/SEMARNAT, México.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 2000. *La evaluación del impacto ambiental, logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. SEMARNAP, México.

Landa, R. y J. Carabias. 2008. Los recursos hídricos y la gestión de cuencas en México. En: *Gestión de cuencas y servicios ambientales. Perspectivas comunitarias y ciudadanas*. L. Paré, D. Robinson y M.A. González (eds.). SEMARNAT/INE, México, pp. 23-40.

Manteiga, L. 2000. Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas. En: *Estadística y Medio Ambiente*. Instituto de Estadística de Andalucía, Sevilla, pp. 75-87.

Martínez, A.F., L.M. González-Osorio y C.E. Rodríguez-Ortega. 2005. *Indicadores básicos del desempeño ambiental de México: 2005*. SEMARNAT, México.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 13 de mayo de 2016.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental. Publicado el 30 de mayo de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 31 de octubre de 2014.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Establecimiento de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)

Casiano Alberto Méndez Sánchez y Claudia Elena Zenteno Ruiz

Introducción

La biodiversidad, en cualquiera de las jerarquías taxonómicas, enfrenta cada día un nivel más alto de amenazas. Tan sólo en el 2009 la cantidad de especies que se encontraban en riesgo de desaparecer en el planeta sumaban alrededor de 16 900, mientras que las extintas alcanzaban las 1 159, según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 2014). Esto es una mirada general de lo que ocurre en todas las formas de vida en la Tierra, pues la cantidad de especies en peligro de extinción puede ser mayor, considerando que sólo se ha analizado 2.7% de los 1.8 millones de especies conocidas (Vié *et al.* 2008).

En este contexto, es necesario aumentar las acciones de conservación *ex situ*[1] para asegurar la supervivencia de los taxones amenazados; sin embargo, algunos conservacionistas opinan que estos programas deben ser un último recurso y previamente se deben establecer estrategias de conservación *in situ*[2] que hagan innecesarios proyectos intervencionistas y costosos (SEO/Birdlife 2008). No obstante, las amenazas son reales y crecientes, y la conservación *ex situ* es una alternativa para conservar la biodiversidad, además de que es una opción de alimento para países en desarrollo o en extrema pobreza.

México, con un mosaico de ecosistemas, alberga gran diversidad biológica y está considerado dentro de los 10 primeros países megadiversos (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008). Esto conlleva la responsabilidad de salvaguardar sus recursos para generaciones futuras y contribuir al equilibrio del planeta; sin embargo, los efectos de las actividades antrópicas no son particulares de éste y se comparten similitudes con otros países.

Origen de las UMA

En 1992, con la firma del Convenio sobre la Diversidad Biológica, México y otras 176 naciones se comprometieron a conservar la biodiversidad, y con ello se inició en nuestro país la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad (CONABIO 2000), la cual contempla cuatro líneas principales: protección y conservación; valoración de la biodiversidad; conocimiento y manejo de la información; y diversificación del uso. En esta última línea estratégica, en su inciso *4.2 "Diversidad productiva"*, se promueve la incorporación de más elementos de la biodiversidad de México a un esquema de producción y uso sustentable. Con la finalidad de instituir este esquema, el 5 de junio del 2000 se anunció la Estrategia Nacional para la Vida Silvestre (Robles de Benito 2009), y con ella se da inicio a las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) en el país.

Las UMA pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente mediante cualquier régimen de propiedad (privada, ejidal, comunal, federal, entre otros), en la que se permite aprovechar ejemplares, productos y subproductos de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo para su operación. Para estos fines, la Ley General de Vida Silvestre establece que sólo a través de las UMA se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (SEMARNAT 2000). El 7 de junio de 2011 se reformó esta ley al adicionar un inciso relacionado con la información biológica de la o las especies sujetas a plan de manejo, y se modificó el último párrafo del artículo.

La conservación *ex situ*, como una alternativa sustentable de la vida silvestre en México, surgió en la

[1] Mantenimiento de algunos componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.
[2] La que se hace con ejemplares o poblaciones de especies que se desarrollan en condiciones naturales, sin imponer restricciones a sus movimientos.

Méndez-Sánchez, C.A. y C.E. Zenteno-Ruiz. 2019. Establecimiento de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado.* Vol. III. CONABIO, México, pp. 363-369.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

figura de las UMA que innovaron el aprovechamiento de vida silvestre. Sin embargo, desde el punto de vista de la conservación de la vida silvestre, hay quienes sugieren que los resultados de operación de las UMA son poco convincentes, y que existen muy pocos casos que muestran su viabilidad, debido a que la mayoría de las especies que se han manejado están enfocadas a las cinegéticas (Gallina-Tessaro *et al.* 2009) y no se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEO/BirdLife 2008). Esto parte de la premisa de que la conservación *ex situ* debe contemplar la conservación y protección, priorizando especies en alguna categoría de riesgo.

Antecedentes de UMA en Tabasco

Antes de que surgiera la figura de UMA, Tabasco ya era pionero de la conservación *ex situ* por el manejo intensivo de especies nativas y endémicas. Tal es el caso de las unidades de manejo "Granja de lagartos" (*Crocodylus moreletii*), ubicada en la ranchería Buena Vista, Tamulté de las Sabanas, en el municipio Centro, que empezó sus operaciones en el año 1977; y la "Granja de tortugas" ubicada en el poblado de Tucta, municipio Nacajuca, la cual fue fundada en el año 1978 mediante el Programa de Inversión para el Desarrollo Rural (PIDER), que inicialmente estaba a cargo de la Secretaría de Pesca del Gobierno del Estado de Tabasco para proteger las especies de tortugas dulceacuícolas y generar la zootecnia para su cultivo. En el estado, ésta fue la primera granja en utilizar los métodos de incubación semiartificial de nidos de especies como hicotea (*Trachemys venusta*) y guao (*Staurotypus triporcatus*).

A principios del año 2000, la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) otorgó el permiso definitivo a ambas granjas como unidad de manejo intensivo, una para el manejo de cocodrilo de pantano (*C. moreletii*) y la otra para siete especies de tortugas dulceacuícolas (*T. venusta, Kinosternon leucostomum, Rhinoclemys areolata*, *Chelydra rossignonii*, *Dermatemys mawii*, *S. triporcatus* y *Claudius angustatus*; figuras 1 y 2).

A mediados de la década de los noventa, a través de la Secretaría de Obras Públicas del Gobierno del Estado, se crearon tres granjas de fauna silvestre con venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tepezcuintle (*Agouti paca*) y pecarí (*Pecari tajacu*) en los municipios Comalcalco, Teapa y Centla respectivamente, como un programa alternativo de productores comunitarios. Aunque estas granjas sólo operaron entre dos y tres años, se retomó esta experiencia y la de las granjas a cargo del gobierno del estado y, a partir de entonces, se comenzó a asentar el esquema de proyectos alternativos para el desarrollo rural en las políticas públicas de Tabasco.

A partir del año 2000, al incorporarse las UMA en la administración pública estatal, se comenzó a considerar la vida silvestre como un recurso para su aprovechamiento y comercialización legal por las comunidades y productores rurales. Por su parte, en el año 2007 las UMA se insertaron en el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Tabasco 2007-2012 y de la estrategia "Conservación y aprovechamiento racional de los recursos de Estado" y de la línea de acción "Promover el desarrollo de Unidades de Manejo ambiental para la conservación de la vida silvestre, con énfasis en especies prioritarias" quedando establecido que es la Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental la responsable de ejecutar dichas acciones (SERNAPAM 2007).

En el año 2008, Tabasco formalizó el Consejo Estatal de Corredor Biológico, conformado por representantes de organizaciones civiles, y los gobiernos estatal y federal, y ese mismo año se integró al Corredor Biológico Mesoamericano-México. En este marco, en Tabasco se contemplaron cuatro líneas de trabajo, y en una de ellas, la de desarrollo local, quedaron inmersos los proyectos sustentables dentro de las cuales se incluyen a las UMA (SERNAPAM 2008). A partir de ese mismo año y hasta el 2011, el gobierno estatal ha invertido 4 151 562.30 pesos para el fortalecimiento de 14 unidades de manejo.

Situación actual de las UMA

Desde 1993 y hasta finales de 2010, el estado contaba con 52 unidades de manejo de vida silvestre con registro ante la unidad central en la Ciudad de México, siendo el 2005 el año con la mayor cantidad de registros con 15 unidades (figura 3). De acuerdo con la clasificación dada por SEMARNAT (2005) acerca de los tipos de UMA, en Tabasco existen 46 unidades intensivas (88%) y 6 extensivas (12%); 39 manejan fauna nacional, siete fauna nacional y exótica, cinco flora nacional, y solamente una flora y fauna nacional y exótica (figura 4).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 1. Unidad de manejo "Granja de lagartos". a) Estanque para organismos adultos, b) albergue para organismos juveniles, c) albergue para crías, y d) organismo juvenil de *Crocodylus moreletii*. Fotos: Archivo fotográfico SERNAPAM.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Figura 2. Unidad de manejo "Granja de tortugas". a) Vista general de un albergue para tortugas adultas, b) módulo para tortugas recién eclosionadas, c) tortugas (*Trachemys scripta*) recién eclosionadas, d) comparación de crías recién nacidas, de izquierda a derecha *Trachemys scripta*, *Dermatemys mawii* y *Chelydra rossignonii*. Fotos: Archivo fotográfico SERNAPAM.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

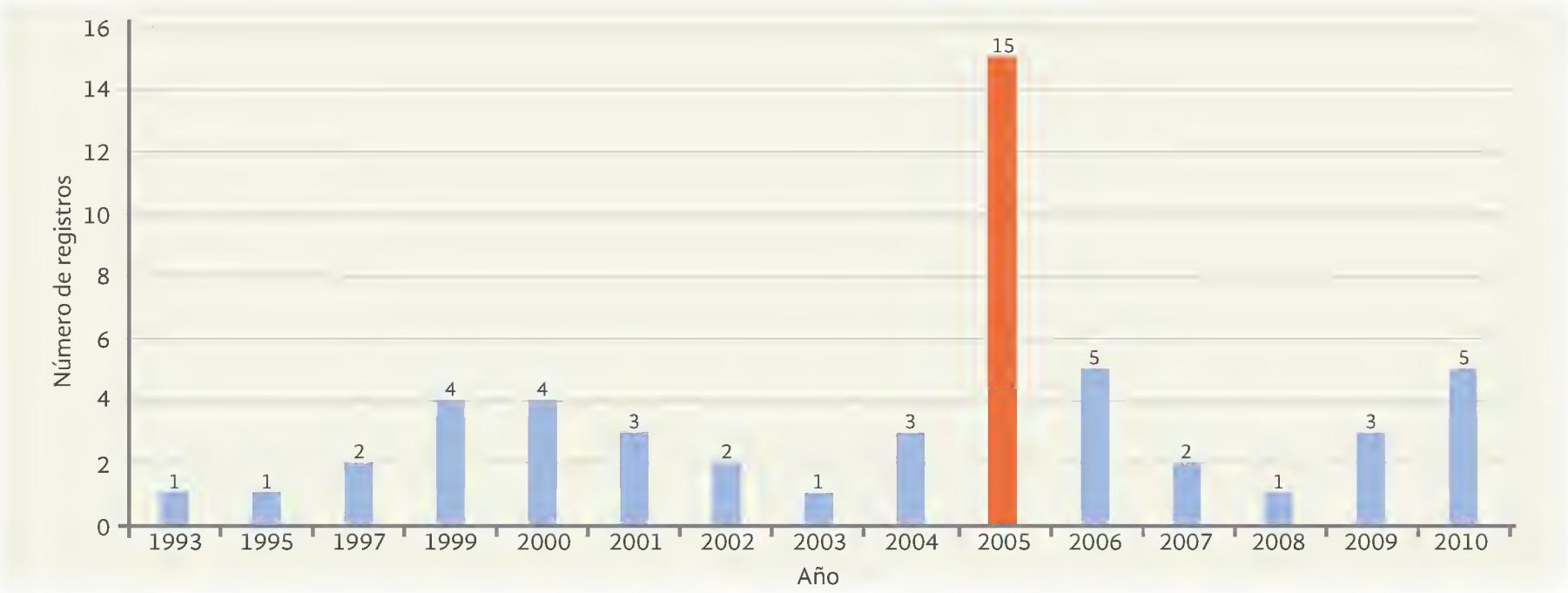


Figura 3. Registros de aprovechamiento de vida silvestre desde 1993. Fuente: SEMARNAT-Tabasco 2008.

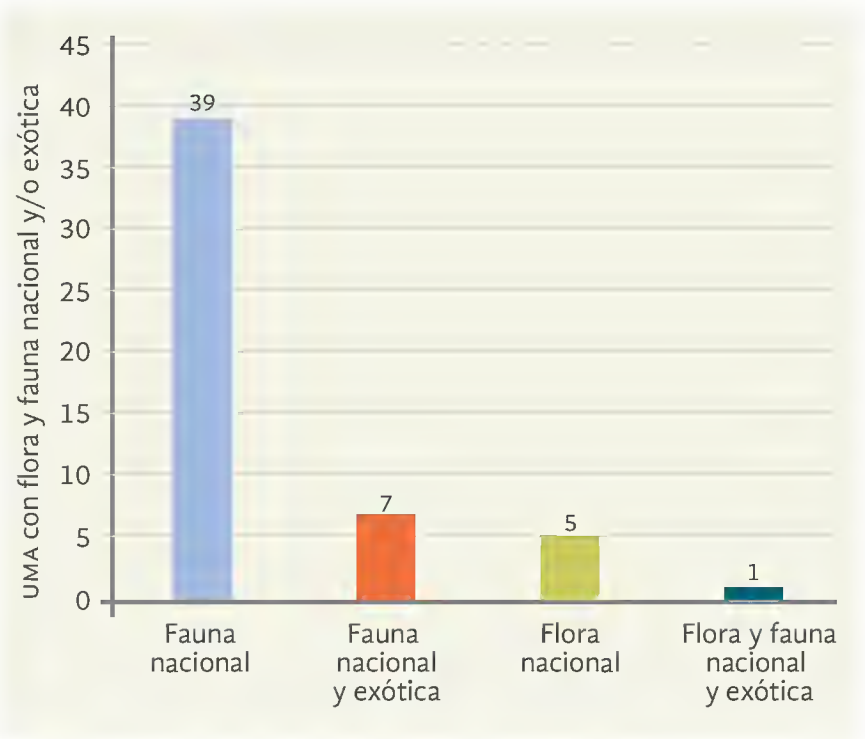


Figura 4. Origen de la flora y fauna en UMA en Tabasco. Fuente: SEMARNAT-Tabasco 2008.

El grupo de vertebrados con más representación en las UMA son los quelonios (tortugas) de agua dulce, ya que se contemplan en 18 UMA con fines de aprovechamiento extractivo, así como no extractivo. Tan sólo en tres unidades de manejo (Granja de Tortugas, en el Poblado Tucta, municipio Nacajuca; El Arca de Noé, ejido Lomitas, municipio Nacajuca; y La Encantada, Reforma 2 secc., municipio Jalpa de Méndez), hay una población de 17 000 organismos distribuidos en siete especies (*K. leucostomun*, *T. venusta*, *R. areolata*, *C. rossignonii*, *C. angustatus*, *S. triporcatus* y *D. mawii*), todas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059 (SEMARNAT 2010).

Las UMA de Tabasco se distribuyen en todo del estado. Los municipios más representativos son Centro (8 UMA) y Tacotalpa (6); mientras que Emiliano Zapata (1) y Jonuta (1) son los menos representativos (figura 5).

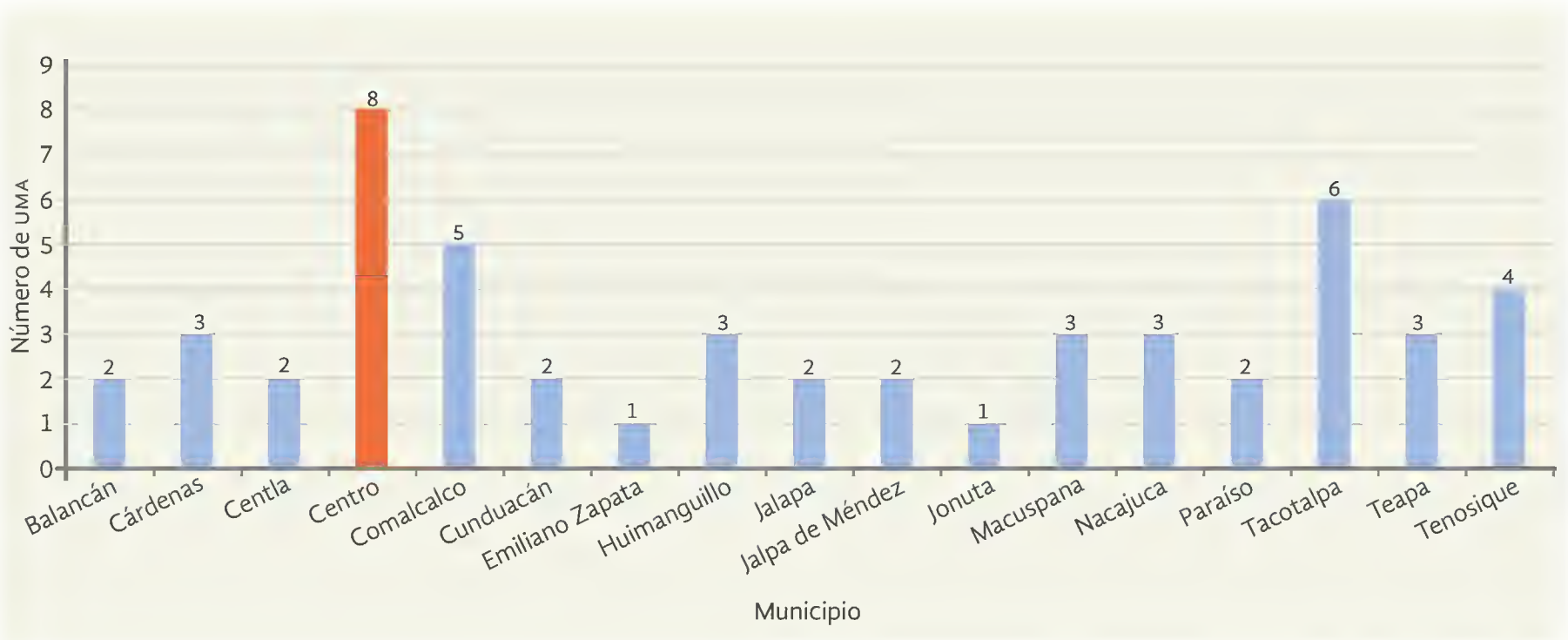


Figura 5. Número de UMA por municipio. Fuente: SEMARNAT-Tabasco 2008.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

En los años 2007, 2008, 2009 y 2010, Tabasco fue afectado por precipitaciones abundantes que causaron un estado de contingencia y un impacto económico de pérdidas y daños en las UMA. La información dada por la SEMARNAT acerca de los daños ocurridos en el 2008 fue respecto a nueve unidades de manejo intensivo; tan solo para seis de ellas se calculó un monto de 1 337 000 pesos por daños a infraestructura y bajas de organismos (SEMARNAT 2008). En el 2010, la Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental de Tabasco (SERNAPAM) evaluó, en 11 municipios, 21 unidades de manejo para identificar su grado de riesgo por inundación. La evaluación permitió identificar 13 UMA con un nivel de riesgo alto y, de estas, sólo siete representan afectaciones por un monto de 1 619 140 pesos. Asimismo, en el municipio Centro se encontró la mayoría de UMA en alguna categoría de riesgo por inundación (figura 6; SERNAPAM 2010).

Por su parte, la población de fauna nativa y exótica en riesgo fue de 26 770 organismos; los quelonios de agua dulce fueron los que tuvieron más representación. Se dio atención especial a ocho unidades que confinaban 11 271 cocodrilos de la especie *Crocodrylus moreletii*, ya que cuatro tuvieron afectaciones y se localizan en áreas urbanas y suburbanas, lo que representaba un riesgo a la población humana.

Discusión y conclusiones

Culturalmente, Tabasco está asociado a especies de fauna silvestre, como las tortugas de agua dulce y el cocodrilo de pantano, por lo que no extraña que estén representadas en las unidades extractivas y no extractivas. Solo una de las 52 unidades de manejo comercializa subproductos en un mercado nacional y extranjero, siendo la segunda más importante a escala nacional en la producción del cocodrilo *C. moreletii*. Dos más, que contemplan en su plan de manejo tortugas dulceacuícolas, tienen un mercado local con la venta de organismos para pie de cría y alimento, además de que obtienen ingresos por actividades no extractivas.

Las unidades de manejo "Granja de tortugas" y "Granja de lagartos" son las únicas que han liberado organismos al medio silvestre y han brindado la capacitación técnica a productores estatales y nacionales, así como la donación o comodato del pie de cría de cocodrilo y tortugas. Pocas unidades tienen un registro de manejo de 10 años y aún no son autosustentables, y las que han obtenido tasa de aprovechamiento todavía dependen de los subsidios gubernamentales estatales y federales, por lo que es necesario contar con un esquema nuevo de selección para el fortalecimiento con insumos, equipamiento o dinero en efectivo, así como con indicadores a corto y mediano plazo que sean rápidos de evaluar y cuantificar.

Un plan de contingencia, dentro del plan de manejo de las UMA, es de gran importancia en el estado considerando los sucesos ocurridos entre los años 2007 y 2010, cuando hubo daños y pérdidas por un monto total de 2 956 140 pesos; esto podría reducirse si los productores tomaran medidas preventivas cuando las instancias gubernamentales dan la alarma y estas, a su vez, contaran de manera formal con un programa presupuestal para la prevención de daños a UMA.

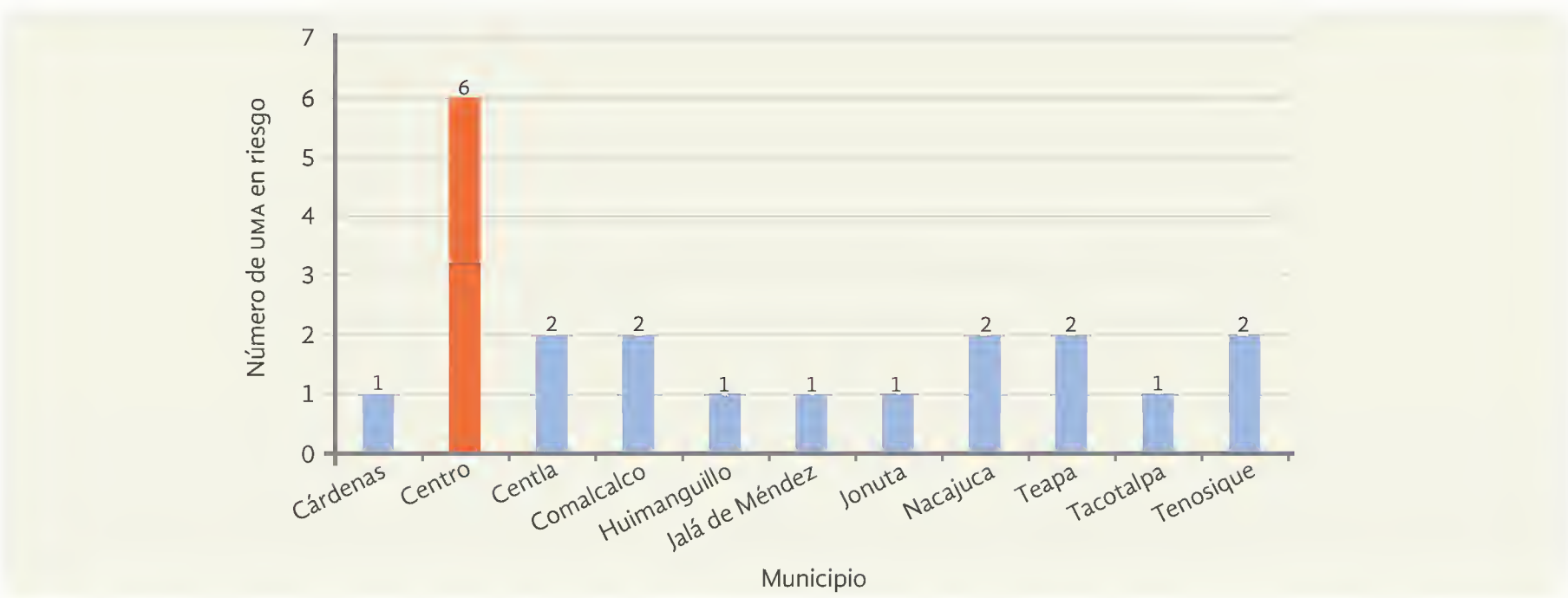


Figura 6. Distribución de las 21 UMA en riesgo de inundación, monitoreadas en 11 municipios en el año 2010. Fuente: SERNAPAM 2010.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Agradecimientos

A la SERNAPAM y a la SEMARNAT por proporcionar el listado de registros de unidades de manejo de Tabasco y la información relevante para este documento, así como las fotografías del archivo del Departamento de Fauna de la SERNAPAM y de la Unidad de Manejo Noxi Pap Man; a los médicos veterinarios zootecnistas David de las Heras Saldaña y David Gustavo López Guillermo, y al biólogo Carlos Mario Burelos Jiménez por su colaboración.

Referencias

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. CONABIO, México.

Gallina-Tessaro, S., A. Hernández-Huerta, C.A. Delfín-Alfonso y A. González-Gallina. 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación ambiental* 1:143-152.

Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México.

Robles de Benito, R. 2009. *Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre y el Corredor Biológico Mesoamericano México*. CONABIO, México.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 19 de diciembre de 2016.

——. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. SEMARNAT/PNUD, México.

——. 2008. Departamento de Vida Silvestre en Tabasco. Documento interno.

——. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SEO/Birdlife. Sociedad Española de Ornitología. 2008. Documento de posición sobre la cría en cautividad y la reintroducción de especies amenazadas. SEO/Birdlife, España.

SERNAPAM. Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental. 2007. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Tabasco 2007-2012. SERNAPAM, México.

——. 2008. Acta de integración del Consejo Estatal del Corredor Biológico Mesoamericano. SERNAPAM, México.

——. 2010. Reporte de la evaluación de daños a UMA por fenómenos hidrometerológicos en Tabasco. SERNAPAM, México.

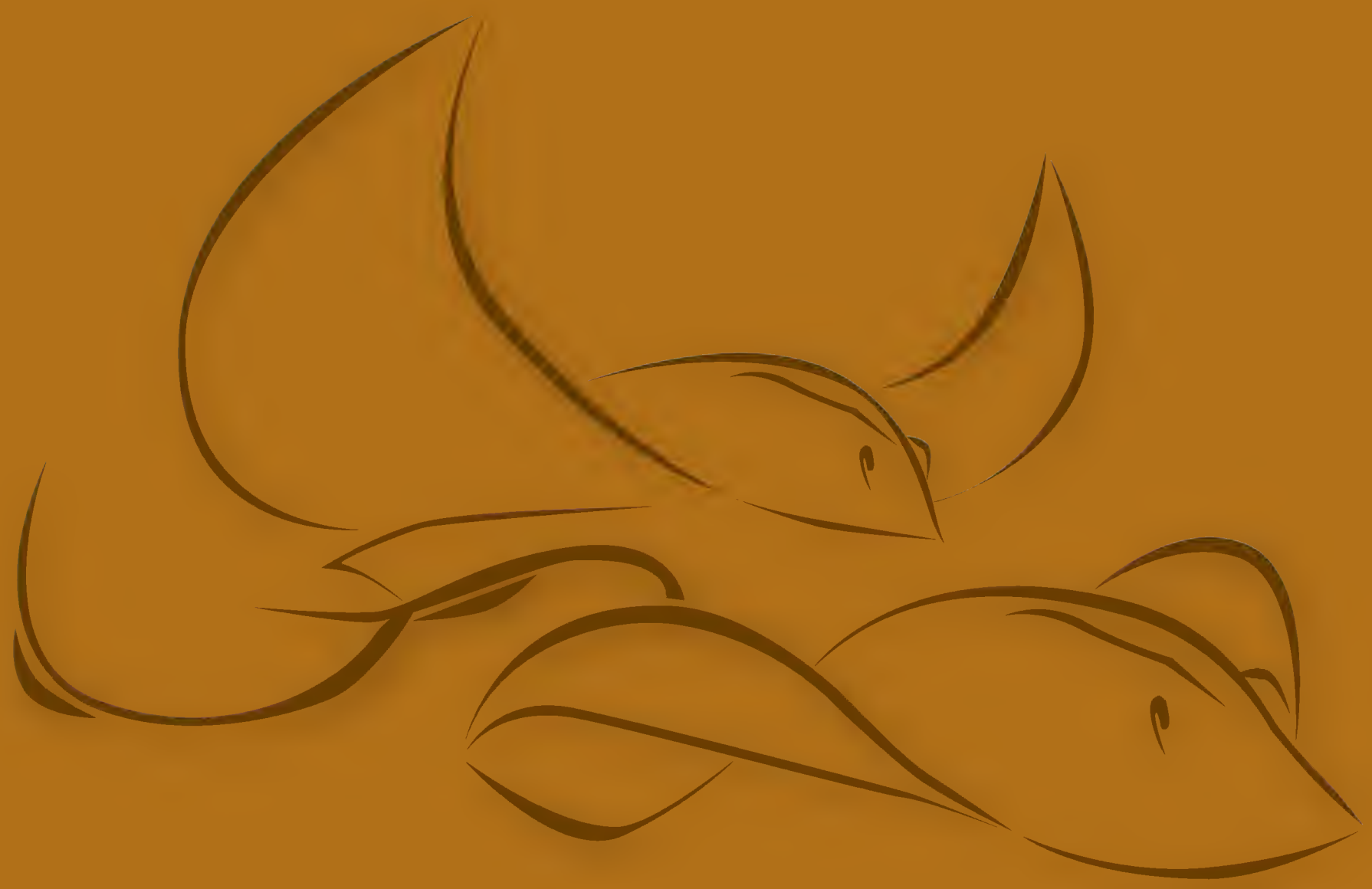
UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2014. The UICN Red List of Threatened Species. Versión 2014.3. En: ‹*http://www.uicnredlist.org*›, última consulta: 17 de noviembre de 2014.

Vié, J.C., C. Hilton-Taylor, C. Pollock *et al*. 2008. The IUCN Red List: a key conservation tool. En: *The 2008 review of the IUCN Red List of threatened species*. J.C. Vié, C. Hilton-Taylor y S.N. Stuart (eds.). IUCN, Suiza, pp. 1-13.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hacia la estrategia 11



DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hacia la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable

Ena Edith Mata Zayas, Lenin Arias Rodriguez, Miriam Eugenia Castillo Castro, Andrea Cruz Angón, Alejandro García Muñiz, María de los Ángeles Guadarrama Olivera, Nelly del Carmen Jiménez Pérez, Luz del Carmen Lagunes Espinoza, Eduardo Javier Moguel Ordóñez, David Jesús Palma López, Jessica Valero Padilla, Georgina Vargas Simón, Guadalupe Vautravers Tosca, César Jesús Vázquez Navarrete y Joel Zavala Cruz

Introducción

Este capítulo fue elaborado durante un taller que se llevó a cabo *ex profeso*, en el que participaron los compiladores del capítulo, los editores generales de la obra, personal del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) y de la Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación Internacional de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). El objetivo fue hacer una reflexión colectiva a partir de las lecciones aprendidas durante el proceso de compilación de la obra *La biodiversidad en Tabasco: Estudio de Estado* y sus resultados principales; también se analizaron las principales barreras y debilidades que enfrentan las instancias responsables del estado para llevar a cabo una mejor gestión de los recursos biológicos. Estas reflexiones podrían retomarse y desarrollarse con más detalle durante la formulación de la *Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Tabasco*.

Este capítulo se divide en los siguientes apartados: 1. La biodiversidad tabasqueña, su contexto y aprovechamiento, 2. Barreras que enfrenta el estado para tener un mejor conocimiento, conservación y uso sustentable de su capital natural, y 3. Propuestas de acciones para la elaboración de la *Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Tabasco*.

1. La biodiversidad tabasqueña, conocimiento actual e identificación de vacíos de información

La obra *La biodiversidad en Tabasco: Estudio de Estado* representa un esfuerzo de recopilación y sistematización de la información más actualizada acerca de la diversidad biológica de la entidad. Por primera vez se proporciona información para todo el estado no sólo de los grupos biológicos más conocidos (plantas vasculares y animales vertebrados), sino de invertebrados terrestres y marinos, así como de algunos microorganismos; además, una gran cantidad de estudios de caso dan cuenta del amplio uso de los recursos biológicos que les dan los tabasqueños. Por otro lado, también se identifican algunos de los principales factores de cambio y retos de conservación que enfrenta la entidad en la actualidad.

Tabasco cuenta con condiciones privilegiadas por su localización como punto de enlace entre el centro de México, la península de Yucatán y Centroamérica, por sus climas cálidos y estables, por sus recursos hídricos al ser el estado que registra la mayor precipitación del país y por su ambientes subterráneos. Para 2008, Tabasco contaba con un total de 1 282 especies registradas de plantas vasculares, 1 582 de artrópodos[1] y 610 de vertebrados (Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008). Esta información puede variar conforme se avanza en el conocimiento de la biodiversidad estatal. En esta obra, la riqueza biológica del estado ha sido reconocida: se han registrado 3 142 especies de plantas vasculares,

[1] El número de artrópodos se reporta como *taxa* dentro de la obra de Llorente-Bousquets y Ocegueda 2008.

Mata-Zayas, E.E., L. Arias-Rodriguez, M.E. Castillo-Castro, A. Cruz-Angón, A. García Muñiz, M.A. Guadarrama Olivera, N.C. Jiménez-Pérez, L.C. Lagunes-Espinoza, E.J. Moguel Ordóñez, D.J. Palma-López, J. Valero-Padilla, G. Vargas-Simón, G. Vautravers Tosca, C.J. Vázquez-Navarrete y J. Zavala-Cruz. 2019. Hacia la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable. En: *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. Vol. III. CONABIO, México, pp. 373-381.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

464 de hongos, 220 de peces, 31 de anfibios, 106 de reptiles, 495 de aves y 149 de mamíferos; además se reportan mas de mil especies de invertebrados de diversos grupos: helmintos, equinodermos, moluscos, artrópodos, entre otros.

1.1 Ecosistemas

Los ecosistemas mejor conocidos del estado son las selvas y los humedales; sin embargo, entre las primeras falta explorar algunas zonas del municipio Tenosique, donde se desarrolla uno de los últimos macizos de selva alta perennifolia y en la que sería importante explorar también las riberas y el cañón del Usumacinta.

La selva mediana de la región Sierra, particularmente en el Parque Estatal de la Sierra (municipios Teapa y Tacotalpa) constituye otro ecosistema importante donde se registra un gran número de especies de flora. No obstante, hay localidades poco estudiadas de la Sierra Madrigal; por ejemplo, Tapijulapa, Poaná, Zunú y Patastal, así como las selvas bajas inundables (apompales) de la planicie palustre del río Tonalá en la zona limítrofe con Veracruz y en las planicies de la región de La Chontalpa y Tacotalpa. Otros ecosistemas para los cuales es necesario generar más información son los siguientes:

- Bosque mesófilo de montaña en la región Sierra, del municipio Huimanguillo.
- Dunas costeras en el municipio Cárdenas.
- Sabanas y encinares tropicales de lomeríos de los municipios Huimanguillo, Emiliano Zapata y Balancán.
- Bosque de encino en Huimanguillo, Balancán.

Entre las razones por las que hay pocos estudios acerca de la vegetación natural se pueden mencionar las siguientes: las investigaciones son relativamente recientes, las instituciones locales de investigación que abordan este tema son relativamente jóvenes (la mayor parte de éstas data de la década de los noventa) y algunas instituciones que realizaban estos estudios han desaparecido (como el Colegio Superior de Agricultura Tropical y el Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos), los cuerpos científicos de las instituciones están en fase de consolidación, además de la falta de acceso al financiamiento de investigación sobre estos temas.

En este sentido, las oportunidades para conseguir financiamiento en las convocatorias, sobre todo las nacionales, son cada vez más restringidas debido al aumento de requisitos para los investigadores (doctorado, SNI, publicaciones, etc.), a la competencia desigual entre las instituciones locales ante las instituciones nacionales con más experiencia y a que la mayoría de las convocatorias están dirigidas a cultivos de importancia económica más que a ecosistemas. Aunado a esto, las oportunidades de financiamiento para investigaciones locales aún son pocas, restringidas y están dirigidas, principalmente, al desarrollo productivo del estado.

Para los ecosistemas mejor estudiados se requiere actualizar los inventarios existentes, llevar a cabo investigaciones detalladas de composición florística, así como estudios de la dinámica de regeneración de acahuales y de evaluación de los servicios ambientales que proveen (captura de carbono, conservación de suelos, recarga de acuíferos), entre otros.

Aunque existen regiones bien identificadas biológicamente, sus características físicas no se conocen lo suficiente; por ejemplo, algunas zonas de la planicie palustre que, al no tener suelos adecuados para la producción agropecuaria o forestal, han sido percibidas como improductivas, por lo que no se considera importante profundizar en el conocimiento de sus características físicas. Por otro lado, existen zonas en Huimanguillo, Cárdenas y Macuspana, que sí tienen suelos aptos para la producción agropecuaria y forestal, pero han sido sometidos a un uso intensivo con monocultivos o han sido contaminados, disminuyendo su capacidad productiva. Por todo esto, es necesario profundizar en estudios ambientales que establezcan medidas de recuperación y conservación de los recursos.

Muchos de los trabajos que se han hecho tienen una escala de gran visión (1:250 000), por lo que es necesario estudiarlos con mayor detalle con bases de datos georreferenciadas y que involucren las dinámicas temporales presentes en la entidad (épocas de lluvias, secas y nortes, periodos multianuales, etc.). Esto permitirá tomar decisiones en ámbitos más locales, como en municipios, rancherías y ejidos.

Las acciones prioritarias que en esta obra se han identificado son las siguientes:

- Establecer un sistema de información integral de los paisajes de Tabasco que involucre al medio físico, los ecosistemas y las actividades humanas, incluso el uso de suelo y tipo de vegetación en las tres épocas del año que permita evaluar la dinámica de los ecosistemas.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

- Realizar investigaciones integrales de los ecosistemas, su biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Por último, los autores coinciden, de manera general, en que los estudios acerca de los recursos naturales en Tabasco no son suficientes, pues consideran que se han hecho de forma aislada, no responden a líneas de investigación de largo plazo, ni existen políticas públicas para fortalecerlos y vincularlos con la formación de grupos de investigación, lo que dificulta su uso para la toma de decisiones.

1.2 Especies

Los expertos consideran que es desigual el conocimiento que se tiene acerca de la biota de Tabasco. Existen inventarios relativamente completos para los vertebrados terrestres, pero aún queda mucho trabajo por hacer en cuanto a peces, microorganismos, hongos, plantas e invertebrados. La mayoría de los estudios de especies en humedales y selvas han sido hechos por investigadores de instituciones foráneas, lo cual pone en manifiesto la escasez de recursos humanos especializados de la entidad; sin embargo, esta situación ha ido cambiando gradualmente, y cada vez hay más investigadores adscritos a las instituciones de educación del estado.

Respecto a los grupos biológicos mejor conocidos (por ejemplo, los vertebrados terrestres), aunque se cuenta con inventarios relativamente completos, se tiene poca información acerca de sus dinámicas poblacionales, interacciones ecológicas y lo que representan en términos de servicios ecosistémicos que proporcionan a la sociedad tabasqueña (polinización, control de plagas, entre otros).

Existen regiones poco exploradas, como la zona de la Sierra, el bosque mesófilo y la selva baja inundable, en donde, en ocasiones, es posible encontrar nuevos registros de especies tanto de plantas como de artrópodos y anfibios.

También resalta la necesidad de fortalecer las colecciones científicas locales o, en su caso, impulsar el establecimiento de nuevas colecciones de referencia que permitan la adecuada sistematización de la información sobre la diversidad del estado o la región y que, además, garanticen la conservación y el mantenimiento de los especímenes, principalmente en los grupos biológicos en los que no existe información en otras colecciones.

Algunas de las acciones prioritarias que se han identificado en esta obra son las siguientes:

- Fortalecer las exploraciones que permitan incrementar las colecciones biológicas locales que ya existen, y fomentar el establecimiento de nuevas colecciones de referencia. Asimismo, establecer o fortalecer los programas de inventarios y monitoreo permanentes de recursos biológicos.
- Realizar estudios poblacionales de especies que indiquen la calidad del hábitat.
- Establecer un sistema estatal de información de libre acceso sobre biodiversidad que incluya elementos físicos de los ecosistemas (suelos, clima y relieve). Esta puede estar integrada en la Comisión Estatal de la Biodiversidad en Tabasco.

1.3 Genes

Los estudios de diversidad genética que se han desarrollado en el estado son muy importantes para comprender y entender la biota tabasqueña; sin embargo, si se compara el conocimiento de la diversidad genética con la información a nivel específico, se observa que aún falta mucho trabajo por hacer. En esta obra se reportan 12 trabajos, con información particular para 16 especies.

Entre las prioridades de investigación de la diversidad genética están los estudios que permitan describir, entender y emplear la diversidad de las especies nativas; estudios básicos que permitan describir la variación fenotípica y genotípica; el conocimiento de la variación cromosómica numérica y estructural mediante datos de citogenética para identificar citotipos especiales (variedades o razas), cromosomas sexuales, especies sensibles a contaminantes, o bien, para establecer estándares que permitan definir marcadores cromosómicos; el desarrollo y empleo de marcadores de ADN mitocondrial y nuclear para establecer a detalle la variación genética de las poblaciones.

Estos estudios requieren de cierto grado de especialización y equipamiento. Actualmente se cuenta con un número reducido de especialistas, pero con suficiente capacidad para llevar a cabo los estudios de genética básica, la limitante es la falta de recursos económicos y la poca demanda de investigación para conservar y usar recursos genéticos de especies nativas. Es necesario incrementar la cantidad de estudiantes de posgrado interesados en temas relacionados con la diversidad genética de especies nativas, que puedan

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

desarrollar herramientas y recursos que promuevan su conservación y uso sustentable.

1.4 Usos de la biodiversidad

En esta obra se documenta una variedad de estudios de caso que resaltan los diversos usos que la sociedad tabasqueña da a su biodiversidad (productos forestales no maderables en el municipio Centro; participación de mujeres y hombres chontales en la producción de artesanías de fibras naturales de San Isidro Primera Sección, Nacajuca; uso potencial del cocoíte para la alimentación de rumiantes; entre otros).

Se destaca la necesidad de profundizar la investigación básica y aplicada en aspectos de genética, biología, agronomía y etnobiología para establecer acciones de uso sostenible, de protección, preservación y regulación en especies silvestres y semidomesticadas objeto de caza y recolección sistemática; especies cultivadas que identifiquen al estado; por ejemplo, el cacao, la fauna acuática y la terrestre (cuadro 1).

Ejemplo de la necesidad de este tipo de estudios es la ausencia de trabajos de aprovechamiento agronómico, de etnobiología, ecología, biología y genética básica de los recursos vegetales y animales que representan la cultura culinaria del estado. Entre estos se pueden mencionar los chiles silvestres (*Capsicum annuum, C. annuum* var *grabriusculum*), el chipilín (*Crotalaria longirostrata*), la hierbamora (*Solanum ptychanthum*), la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), la iguana (*Iguana iguana*), las tortugas Guao (*Staurotypus triporcatus*), pochitoque (*Kinosternon leucostomum*) e hicotea (*Trachemys scripta venusta*), el armadillo (*Dasypus* sp.), el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), entre otros. En el caso de los usos artesanales se destacan la necesidad de estudiar

Cuadro 1. Acciones prioritarias de investigación, protección y preservación, uso sustentable y regulación para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad de Tabasco.

Componente	Necesidad
Investigación	Conocimiento, evaluación y aprovechamiento forrajero de las especies arbóreas en sistemas silvopastoriles; biodiversidad de praderas, estrategias para mejorarla e incrementar su calidad
	Fuentes de financiamiento amplio o recursos económicos comprometidos del estado sólo para ciencia básica
	Diversidad de organismos con potencial de biocontrol para la entidad
	Hábitos migratorios, frecuencia de desoves, genética poblacional, mortalidad por pesca y rendimiento máximo sostenible para prevenir la sobrepesca y establecer el aprovechamiento óptimo de los recursos mediante reglas claras y equitativas para los diferentes sectores y usuarios
	Estudios pesqueros y biológicos acerca del uso y efecto de la disminución la escifomedusa como componente de la cadena trófica en los ecosistemas
	Estudios de germinación, de reproducción, agronómicos y ambientales de especies nativas o arraigadas en la cultura culinaria del estado
	Estudios de diversidad morfológica, genética, molecular y bioquímica de especies nativas o particulares de un ambiente del estado
	Inventario de la flora maderable por uso y por región, que brinde información sobre biología de la especie, usos, volumen y susceptibilidad al manejo forestal
	Búsqueda de biomarcadores de la contaminación en el estado
	Estudios de etnobiología
Protección y preservación	Delimitación y/o propuestas de AICA
	Establecimiento de corredores biológicos
	Generar información acerca de ecología, biología, distribución y abundancia, así como conocer el estado actual para el diseño de nuevas estrategias de manejo y formulación de políticas públicas que cuiden y preserven las áreas de pesca y los circuitos de comercialización del robalo blanco, topuche, mojarrita blanca, bobo liso, huachinango, pigüa y tiburón
	Propuestas de nuevas ANP y/o fortalecimiento de las ANP existentes
	Protección costera y marina
	Conservación *in situ* y *ex situ*
	Declaración de áreas prioritarias para la conservación y manejo sustentable (UMA) que permitan el uso tradicional de la fauna de forma controlada
Uso sostenible	Educación ambiental
	Realización y divulgación de cualidades nutrimentales, de compuestos bioactivos y de servicios ambientales de flora y fauna nativas
	Desarrollar estrategias de investigación y mejoramiento participativo con productores
	Conocer los patrones de uso de la fauna por región para proponer medidas de manejo sustentable
Regulación	Buscar alternativas para disminuir o eliminar la pesca del pez bandera durante su proceso reproductivo
	Iniciar acciones tendientes a regular la pesquería del balá
	Conservación y regulación de la pesca a pequeña escala para que alcance un desarrollo sustentable

Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

los bejucos matusay (*Philodendron radiatum*) y jujillo (*Passiflora lugularis*), entre otros.

El aprovechamiento de los recursos naturales no está limitado por falta de capital humano capacitado, sino por la carencia de apoyos económicos para ampliar el potencial de su uso, los cuales son, en algunos casos, subutilizados o sobreexplotados. Dado este carácter de producto subutilizado, no existen, en su mayoría, grupos de productores que planteen las demandas de investigación, por lo que en el mediano plazo, éstas deberán ser generadas por las instituciones gubernamentales y privadas (universidades, secretarías estatales relacionadas, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, entre otras), interesadas en conservar el patrimonio biocultural y culinario de Tabasco.

2. Barreras que enfrenta el estado para tener un mejor conocimiento, conservación y uso sustentable de su capital natural

2.1 Factores de presión y amenaza

En Tabasco, el desarrollo histórico-social está marcado, entre otros aspectos, por modificaciones ambientales notorias que en las últimas décadas han dado como resultado la modificación en el sistema hidrológico, el cambio de uso de suelo, la cobertura vegetal y la contaminación de ecosistemas acuáticos y terrestres por residuos sólidos y líquidos. Además, el estado es considerado como una de las zonas de México más vulnerables a impactos relacionados con el cambio climático, particularmente por el aumento del nivel del mar, el aumento de temperaturas, así como por sequías e inundaciones ocasionados por eventos extraordinarios de precipitación.

La pérdida de cobertura forestal representa una desventaja para adaptarse a los efectos del calentamiento global. Esta pérdida deriva en una baja calidad del hábitat, especialmente de las zonas de humedales que no sólo afectan de manera directa a los habitantes de la zona, también generan pérdidas de los servicios ecosistémicos que regulan la dinámica, funcionalidad y procesos de los ecosistemas. Esto propicia y magnifica los impactos de las inundaciones, cuya dinámica ha roto los parámetros anuales históricos, los cuales, se ha pronosticado, se incrementarán en el futuro cercano por los fenómenos vinculados con el cambio climático.

En esta obra se identificaron los siguientes elementos y aspectos como las principales amenazas directas para la biodiversidad:

1. El cambio de uso de suelo que ocasiona la pérdida de hábitat, fragmentación y degradación de los ecosistemas, causado por:
   - Expansión de la frontera agrícola y pecuaria.
   - Urbanización y desarrollo de infraestructura carretera (drenes, caminos, entre otros).
   - Incendios forestales y deforestación.
   - Desarrollo de infraestructura para la explotación petrolera.
2. La sobreexplotación de especies de flora y fauna (matusay, manatíes, tortugas terrestres y marinas).
3. Contaminación, principalmente por las actividades petroleras y agrícolas, como los cultivos intensivos.
4. Cambio climático, particularmente por el eventual aumento del nivel del mar y de temperaturas, así como por sequías e inundaciones ocasionadas por eventos extraordinarios de precipitación.
5. Presencia de especies invasoras en ecosistemas terrestres y acuáticos.

Entre los factores de cambio indirectos se encuentran factores sociales, económicos y políticos como:

a) Aumento de la población y de los patrones de consumo no sustentables.
b) Incumplimiento de la legislación y normatividad vigente; por ejemplo, Ordenamiento Ecológico Territorial, Ley Forestal, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, entre otras.
c) Poca cultura ambiental en todos los niveles y sectores de la población.
d) Escasez de políticas públicas para proteger y conservar el ambiente.
e) Falta de presupuesto para la investigación, reducido número de investigadores y pocos alumnos interesados.

En el cuadro 2 se resumen las principales barreras para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en Tabasco, las cuales se recomienda revisar a detalle y retomar durante la formulación de la Estrategia de Biodiversidad de Tabasco.

A pesar de que los ambientes terrestres y acuáticos del estado han sido modificados y afectados históricamente, en el último siglo los procesos de

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

deterioro y modificación se han acelerado. El hecho de dar prioridad a las actividades productivas, sin asegurar la inclusión de acciones para mitigar de manera efectiva los impactos negativos a la biodiversidad, supone un reto muy grande para la sustentabilidad del uso y conservación de la diversidad biológica en la entidad.

En este sentido, el gran reto es mitigar y, de ser posible, revertir los procesos históricos de deterioro, siendo éste el principio para actuar por la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad.

2.2 Oportunidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad tabasqueña

En el estado se han desarrollado proyectos que permiten la conservación *in situ* y *ex situ* de especies amenazadas y en peligro, gracias al establecimiento de ANP, UMA (tanto forestales y animales) y corredores biológicos. Existen casos exitosos de conservación y aprovechamiento sustentable, entre ellos:

Cuadro 2. Principales barreras a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Tabasco, identificadas por los autores de este capítulo.

Barreras	Descripción	Acciones	Actores involucrados
Normativas	Falta de aplicación de la normatividad vigente Falta de normatividad específica (NOM de tipo técnicas) para la regulación de actividades Indefinición en ámbitos de competencia y falta de aplicación de leyes y normas	Capacitar y concientizar al personal técnico en la aplicación de la ley Revisar, de forma tripartita, los ámbitos de competencia de los tres niveles de gobierno y eliminar vacíos Conformar un cuerpo de aplicación de la normatividad que analice los casos ambiguos y determine los ámbitos de aplicación	SEMARNAT, CONAFOR, SERNAPAM, gobiernos municipales, sociedad civil (denuncias) Gobierno federal
Presupuestales	No es suficiente el presupuesto Falta de integración de los planes sexenales Programas y proyectos desarticulados, sin puntos de referencia Los municipios son los que menos recursos destinan a las actividades de conservación y manejo sustentable	Asignación anual de presupuesto Elaborar programas y proyectos basados en resultados (línea base) y con enfoque multisectorial Destinar en las participaciones federales y estatales recursos etiquetados para el manejo y conservación a partir de proyectos aprobados	SEMARNAT, SEP, CCYTET, SERNAPAM, comisión RCPE
Gestión y operativas	Varias instancias públicas relacionadas con personal insuficiente y poco capacitado	Fortalecer la autogestión de grupos locales	
Tecnológicas	Poco conocimiento de tecnologías sustentables aplicables a las condiciones ambientales estatales para la conservación, restauración y manejo sustentable Falta de inversión al desarrollo de tecnología para la rehabilitación, conservación y protección de ecosistemas Aplicación de la normatividad Proyectos escasos con tecnología apropiada	Implementar capacitación permanente Comisión de RCPE Analizar los requerimientos de cada área prioritaria para conservar y definir tecnologías adecuada	Centros de investigación, universidades, asociaciones civiles, bufetes ambientales, y profesionistas acreditados
Económicas	Impulso de actividades económicas, agropecuarias y forestales que degradan a la biodiversidad Falta de recursos para financiar programas y proyectos Falta de capacidades locales para la gestión de recursos (de arriba hacia abajo)	Impulsar tecnologías sobre manejo sustentable de los recursos naturales en zonas agropecuarias que promuevan la recuperación de la biodiversidad Impuesto verde Fortalecer (de abajo hacia arriba)	SERNAPAM, CONAFOR, gobiernos municipales, productores
Organizacionales	Falta de una entidad autónoma que construya un futuro social compatible con los ecosistemas Organizaciones sin compromiso de mediano-largo plazo	Comisión de rehabilitación, conservación y protección de los ecosistemas	
Conducción/ liderazgo	Falta de liderazgo No hay facultades explícitas en la ley para acciones de biodiversidad	La SERNAPAM debe tomar el liderazgo en el manejo sustentable de la biodiversidad con el apoyo de centros de investigación	
Mandato/política	No es una prioridad de política Bajo fortalecimiento de la infraestructura, capacidades y competencias Las actividades de conservación en los municipios son muy dependientes de los cambios administrativos	El gobierno estatal debe incorporar el tema de manejo, conservación y restauración de la biodiversidad como prioritario Establecer un programa para fortalecer la infraestructura, capacidades y competencias del personal de la SERNAPAM para hacer frente al desafío	SERNAPAM

Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

1) la UMAFOR, en la que se propone el pago por servicios ambientales y la reconversión productiva vía plantaciones forestales comerciales; 2) el cultivo de pejelagarto, cuyos resultados de investigación se han extendido hacia las zonas rurales de Tabasco; 3) el proyecto de educación ambiental en Huimanguillo, el cual se puede replicar en otras comunidades.

Los centros de investigación, como la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), El Colegio de Postgraduados, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), el Centro de Cambio Global para la Sustentabilidad del Sureste (recientemente creado), entre otros, cuentan con recursos humanos calificados para desarrollar investigación acerca de biodiversidad en la entidad, con la capacidad de efectuar diagnósticos, así como establecer diferentes estrategias técnicas para minimizar la problemática de la pérdida de la biodiversidad.

2.3 Acciones para la conservación

Las áreas naturales protegidas (ANP) se consideran como uno de los instrumentos más eficaces para la conservación *in situ* de la biodiversidad. El estado cuenta con 13 ANP: dos de carácter federal y 11 estatales que, en conjunto, mantienen bajo protección 375 625.51 ha, lo que equivale a 15.2% del territorio estatal. Dado el impacto de deforestación que ha sufrido la entidad, es importante aumentar la superficie protegida, en general de ANP y particularmente las de ámbito federal, ya que tienen más capacidad de operación y gestión que las estatales y municipales.

De acuerdo con los actuales estudios de biodiversidad, existen tipos de vegetación relevantes por su alta biodiversidad y que no están representados en las ANP, por lo que se considera necesario crear nuevas áreas protegidas: región Sierra al sur de Tabasco para la conservación de la selva alta perennifolia, bosque mesófilo y bosque de encino (*Quercus* spp.), ubicados en los municipios Balancán y Huimanguillo respectivamente; la superficie de manglar: dos en zona de sabana en las mismas zonas señaladas; dos en dunas costeras, en la denominada Llanura Costera del Golfo; así como la vegetación riparia. Asimismo, es importante elegir áreas que proporcionen conectividad entre fragmentos para el establecimiento de corredores biológicos que permitan, a su vez, la conectividad con el Corredor Biológico Mesoamericano.

Otros tipos de ecosistemas y grupos con prioridad de conservación son asociaciones de popal-tular, sabana, vegetación riparia y selva mediana perennifolia inundable de canacoíte (*Bravaisia integérrima*), selva baja perennifolia inundable de apompo, lagunas interiores someras, mamíferos como el manatí, mono araña, mono aullador y venado (en peligro de extinción y de hábitat muy restringido). Por otro lado, es importante resaltar que, aunque el estado cuenta con 200 km de litoral, es poco lo que se ha hecho en programas de conservación de sus recursos costeros y marinos.

Existen diferencias importantes en cuanto a las capacidades federales, estatales y municipales para operar adecuadamente los sistemas de protección de la biodiversidad, incluyendo las ANP; por lo tanto, se deben buscar las oportunidades para fortalecer las capacidades y compromisos en los todos los ámbitos de gobierno.

2.4 Educación ambiental y participación ciudadana

Se considera que es urgente elaborar e implementar programas permanentes de educación (formal y no formal) y difusión (en diversos medios) entre la población del estado, que resalten la importancia de mantener los ecosistemas para garantizar una mejor calidad de vida; que contemple, entre otros temas, la necesidad de cuidar el patrimonio natural del estado (cuerpos de agua, suelo, biodiversidad y servicios ecosistémicos) y promover los programas de conservación estatales que tiendan a concientizar y crear condiciones para que se acepte la corresponsabilidad de todos los sectores en estas tareas.

2.5 Capacidades institucionales y normativas para la gestión de los recursos biológicos

Uno de los principales retos de la estrategia será la coordinación entre los diferentes sectores que impactan el territorio estatal. En las secciones III y X de este estudio se hizo un diagnóstico del marco legal e institucional que contempla la importancia de fortalecer a las instituciones ya existentes en materia ambiental, principalmente SEMARNAT, SERNAPAM, las direcciones de ecología de los municipios, CCYTET, IES, entre otras.

Es importante fortalecer el marco jurídico con una visión integral de la biodiversidad para también incorporar los territorios que no cuentan con ningún régimen de protección, como los corredores

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

biológicos, y las corrientes y cuerpos de agua. Por otra parte, el marco jurídico e institucional también debe contemplar sanciones a quien incumpla las normas, así como medidas de fomento a la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad (cuadro 3). En el ámbito federal podría ser importante, para la conservación de la biodiversidad, la creación de la gendarmería nacional, pues se ha mencionado que tendrá entre uno de sus objetivos, la protección ambiental como fuerza pública.

Es de especial interés el tema de la participación de los municipios en estas tareas. Es evidente la necesidad de fortalecer las capacidades de gestión de las autoridades municipales en estos temas. Se debe fomentar el conocimiento, reconocimiento y la importancia de la biodiversidad local, así como los servicios ecosistémicos que proveen a sus habitantes con el fin de asegurar la continuidad de las políticas públicas.

Una propuesta para garantizar la continuidad de las políticas públicas es que la actividad que desarrollan las direcciones de ecología se visualice desde la perspectiva del servicio civil de carrera, dado que las acciones a desarrollar en su mayoría son de mediano y largo plazo.

El siguiente reto es lograr la coordinación entre las instituciones involucradas en la conservación de la biodiversidad con los sectores agrícola, pecuario y productivo, extractivos, industriales y desarrolladores urbanos, quienes deben sumarse a salvaguardar la riqueza biológica del estado con políticas y lineamientos adecuados.

3. Acciones propuestas para la elaboración de la *Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Tabasco*

Derivado de lo anterior se considera que la estrategia debe contar con líneas estratégicas que permitan lo siguiente:

1. Sistematizar la información para poder comunicarla, no sólo con la realización de estudios como éste, sino que deben darse a conocer los resultados a la población, en particular a los sectores cuyas decisiones impactan de manera directa sobre los recursos naturales.
2. Coordinar acciones entre distintos sectores de la administración pública federal estatal y municipal. El primer paso es encontrar las sinergias y los conflictos que puede haber con otros programas y estrategias.
3. Colocar el tema de la biodiversidad como la base y prioridad del desarrollo regional en el estado. Si bien hay algunas regiones con mayor grado de conservación que otras, lo relevante es que partiendo de las diferentes necesidades, la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad pueda ser percibida y, por lo tanto, genere acciones que ayuden al desarrollo regional.
4. Fortalecer capacidades en todos los sectores de la sociedad: la Estrategia deberá tener un

Cuadro 3. Marco legal.

Situación actual	Hacia la Estrategia
En Tabasco se encuentran en vigor todos los tratados internacionales, las leyes federales y estatales que protegen la biodiversidad. Se estima que existe una sobreprotección legislativa, pero las autoridades y los particulares incumplen con las mismas	Difundir entre la población tabasqueña las graves consecuencias que el cambio climático ha ocasionado, así como las leyes que existen y la violaciones a las mismas, para que tanto las autoridades como los particulares que contaminan y actúan contra la naturaleza se sensibilicen y trabajen en la mitigación de la contaminación de las aguas, el aire y la tierra
Tanto en los tratados internacionales, como en la constitución federal y en la constitución de Tabasco se habla del derecho humano (todos los habitantes) a vivir en un ambiente sano (saludable) y equilibrado. Así también, en la nueva Ley General de Cambio Climático trata de la adaptación al mismo y de la mitigación de la contaminación	Los ciudadanos deben exigir el cumplimiento por parte de las autoridades para disfrutar de ese derecho humano a vivir en un ambiente saludable, que actualmente en Tabasco no se cumple; porque, como se ha dicho en esta obra, la contaminación se presenta en todo el territorio estatal
Tanto a escala internacional, federal, estatal y hasta municipal existen diversas instituciones encargadas de aplicar las leyes vigentes, las que se encargan de implementar las políticas públicas establecidas por los tres órdenes de gobierno en Tabasco	Se requiere que las autoridades e instituciones encargadas de la aplicación de las leyes en favor de la biodiversidad en Tabasco asuman su responsabilidad y, sobre todo, actúen como señalan las leyes, en forma concurrente, para que eviten deslindarse de responsabilidad al señalar que determinado atentado contra la biodiversidad es competencia de otro órgano gubernamental
En Tabasco existen principalmente tres centros de investigación que llevan a cabo estudios a favor de la biodiversidad, por lo que se propone la difusión generalizada de los resultados obtenidos y, en particular, su aplicación en beneficio de la biodiversidad y la población tabasqueña	Se requiere incrementar los estudios en favor de la biodiversidad en Tabasco, así como la enseñanza de posgrados en dicha materia, a efectos de trabajar para revertir los daños ecológicos en la entidad, sobre todo, concientizar a la población en la prevención del deterioro ambiental

Fuente: elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

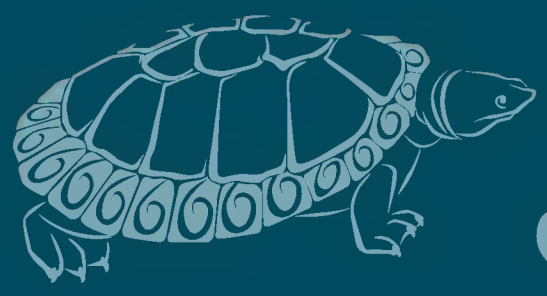
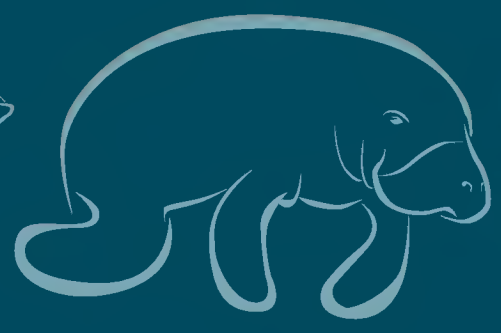
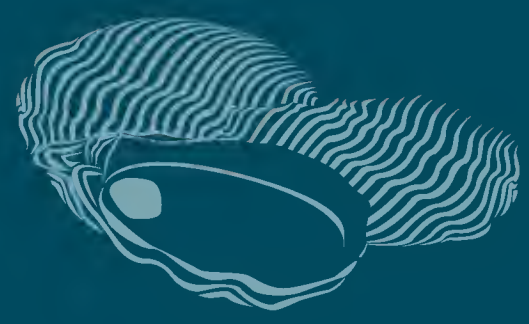
eje que conjunte la comunicación, la educación ambiental, la difusión de medidas y acciones para la conservación y el uso sustentable, así como de los beneficios que esto genera en el corto, mediano y largo plazo.

5. Considerar la conservación de la biodiversidad como eje rector de la educación ambiental dentro de los programas educativos del estado en todos los niveles. Para esto, se requiere fortalecer las capacidades docentes en este tema con la interacción entre las IES y las instituciones de educación básica, media y media superior.
6. Consolidar grupos de especialistas en el estado para generar información básica en biodiversidad, así como para dar seguimiento a las tendencias de cambio a través del tiempo; ya sea a través de grupos interinstitucionales o de una instancia creada para este fin.
7. Fomentar la participación de la sociedad tabasqueña en las acciones de conservación, y procurar que la sociedad reconozca la importancia que la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos representan para el mantenimiento y mejoramiento de la calidad de vida, así como de sus actividades productivas.

Referencias

Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 283-322.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Autores

Aceves Navarro, Lorenzo Armando
Colegio de Postgraduados
laceves@colpos.mx

Acosta Díaz, Leonardo

Adams Schroeder, Randy Howard
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
drrandocan@hotmail.com

Aguilar Briseño, José Alberto
Universidad Autónoma de Nuevo León

Alcántara Carbajal, José Luis
Colegio de Postgraduados

Alcudia García, Perfecto

Almeida Cerino, Carlos Mario
El Colegio de la Frontera Sur

Álvarez González, Carlos Alfonso
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
alvarez_alfonso@hotmail.com

Álvarez Merino, Arturo Marcial
El Colegio de la Frontera Sur
alvarezmerinoam@gmail.com

Álvaro Torres, Artemio

Anacleto Rosas, Alma Deysi
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
aldey22@hotmail.com

Aranda Ibañez, Emilio Manuel
Colegio de Postgraduados
earanda@colpos.mx

Arena Ortiz, Leticia
Universidad Nacional Autónoma de México

Arévalo Frías, Wendi del Carmen
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
wendi.arevalo@ujat.mx

Arévalo Galán, Leysi Mariela
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Arias Montero, Cayetano
H. Ayuntamieto de Centro
cam_183_2@hotmail.com

Arias Rodríguez, Lenin
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
leninariasrodriguez@hotmail.com

Arriaga Weiss, Stefan Louis
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
sarriaga@ujat.mx

Ascencio Rivera, Jesús Manuel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
belenasur@hotmail.com

Asencio Alcudia, Gloria Gertrudys
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Ávila Torresagatón, Luis Gerardo
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
luis.avila@uaem.mx

Baños García, Sandi Nacira
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Barba Macías, Everardo
El Colegio de la Frontera Sur
ebarba@ecosur.mx

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Barragán Cupido, Helen
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Barragán Vázquez, María del Rosario
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
mr.barragan.v@gmail.com

Beauregard Solís, Graciela
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ceibeauregard@yahoo.com

Bello Gutiérrez, Joaquín †

Boston, Penelope
NASA Astrobiology Institute
penelope.j.boston@nasa.gov

Burelo Jiménez, Carlos Mario

Burelo Ramos, Carlos Manuel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
carlos.burelo@ujat.mx

Calderón Bolaina, Vinicio
Colegio de Postgraduados
vcalderon@colpos.mx

Cámara Cabrales, Luisa del Carmen
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
lcamara27@hotmail.com

Cámara Córdova, Julio
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
jcamaracordova@yahoo.com

Campan Dionisio, Asunción

Campos Hervert, Miguel

Canul Hernández, Josué

Cappello García, Silvia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
cappellogs@hotmail.com

Carballo Cruz, Victor Roberto
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
vcarballo2000@yahoo.com.mx

Carrillo Ávila, Eugenio
Colegio de Postgraduados
ceugenio@colpos.mx

Castaño Meneses, Gabriela
Universidad Nacional Autónoma de México
gabycast99@hotmail.com

Castillo Acosta, Ofelia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ofecas57@gmail.com

Castillo Castro, Miriam Eugenia
castillo-me72@hotmail.com

Cázares Camero, Jaime Gabriel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ajaw17@hotmail.com

Centurión Hidalgo, Dora
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
doracenturionhidalgo@gmail.com

Chablé Pascual, Rosalva
Instituto Tabasco
rchp1624@hotmail.com

Chiappa Carrara, Xavier
Universidad Nacional Autónoma de México
chiappa@unam.mx

Collado Torres, Ricardo Alberto
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
richyboy2502@gmail.com

Contreras Hernández, Jacqueline
LMC Servicios Ambientales S.A de C.V
jaqui_ch@hotmail.com

Contreras Rodríguez, Israel
biol_israel@hotmail.com

Contreras Sánchez, Wilfrido Miguel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
contrerw@hotmail.com

Córdova Avalos, Antonio
Universidad Popular de la Chontalpa

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Cruz Angón, Andrea
Comisión Nacional para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad
acruz@conabio.gob.mx

Cruz Medina, Jorge
Comisión Nacional para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad
jcruz@conabio.gob.mx

Cruz Rosado, Leonardo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
leorosado123@live.com.mx

Cutz Pool, Leopoldo Querubín
Tecnológico Nacional de México
cutzpool@yahoo.com

D´artola Barceló, Alain Lois
Universidad Politécnica del Golfo de México
alainlois@hotmail.com

De Jong, Bernardus Hendricus Jozeph
El Colegio de la Frontera Sur
bjong@ecosur.mx

De la Cruz Arias, Verónica
Secretaría de Energía, Recursos Naturales
y Protección Ambiental del Estado de Tabasco
verydlc@hotmail.com

De la Cruz Burelo, Fabiola
Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad
en el Sureste A.C.
fabiola.cruz@ccgss.org

De la Cruz Felix, Himmler Keynes
Instituto Nacional de Salud Pública
crenulatum@gmail.com

De la Cruz Hernández, Israel

De la Cruz Pérez, Aracely
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
aracely.delacruz@ujat.mx

De los Santos Hernández, Lenin
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
lenindelossantos@yahoo.com.mx

Del Rivero Bautista, Nydia
Colegio de Postgraduados
rnidya@colpos.mx

Díaz Jiménez, Pedro

Díaz López, Hilda María
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
hildadiaz2@yahoo.com.mx

Domínguez Domínguez, Marivel
Colegio de Postgraduados
mdguez@colpos.mx

Escolástico Ortiz, Dennis Alejandro
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
escolasticodennis@gmail.com

Espinosa Moreno, Judith
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
juespinosa@hotmail.com

Estrada Barcenas, Daniel Alfonso
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
del Instituto Politecnico Nacional
destrada@cinvestav.mx

Estrada Loreto, Feliciana
esloa1984@gmail.com

Félix Torres, Francisco Javier
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
francisco7333@gmail.com

Florido Araujo, Rosa Amanda
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
rosyflorido@gmail.com

Galindo Alcántara, Adalberto
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
aga2003a@hotmail.com

Gama Campillo, Lilia María
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
lillygama@yahoo.com

Gamboa Aguilar, Jaquelina
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
jaqui@ujat.mx

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

García De León, Francisco Javier
Centro de Investigaciones Biólogicas del Noroeste
fgarciadl@cibnor.mx

García Domínguez, Antonio
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
antoniogarciasanchez@hotmail.com

García Magaña, Leticia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
leticia@ujat.mx

García Muñiz, Alejandro
Soluciones Avanzadas para el Desarrollo Institucional S.C.
agarcia@sadicorporativo.com

García Pérez, Ana Linda

Garcias Morales, Candelaria
Universidad de Guadalajara
candelariagarciasmorales@gmail.com

Garrido Mora, Arturo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
garri5609@hotmail.com

Gisbert, Enric
Institute of Agrifood Research and Technology

Gómez Cruz, Rodolfo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

González Mancillas, Rigoberto
Colegio de Postgraduados
rgonzalez@colpos.mx

González Ramón, Mariana del Carmen

González Valdivia, Noel Antonio
Tecnológico Nacional de México
siankaan2003@gmail.com

Gordillo Chávez, Elías José
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
elias.gordillo@ujat.mx

Granados Berber, Andrés Arturo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
andres.granados51@hotmail.com

Guadarrama Olivera, María de los Ángeles
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
gelita5@hotmail.com

Guerrero Olazarán, Martha
Universidad Autónoma de Nuevo León

Guzmán Aguirre, Carlos César
Grupo de Biología para la Conservación S.A. de S.R.L.
cguzman.gbc@gmail.com

Hanan Alipi, Ana María
Universidad Autónoma de Nayarit
hananalipi@uan.edu.mx

Hernández Baz, Fernando
Universidad Veracruzana
ferhbmx@yahoo.com.mx

Hernández Daumás Salvador †
El Colegio de la Frontera Sur

Hernández Franyutti, Arlette Amalia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
arhefr@hotmail.com

Hernández Gómez, Raúl Enrique
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
h_raul_e@hotmail.com

Hernández Guzmán, Javier
Gobierno del Estado de Tabasco
jhernandez-guzman@hotmail.com

Hernández Jiménez, Areanna
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
arihj80@hotmail.com

Hernández Lazo, Chrystian Carolina
El Colegio de la Frontera Sur
chryscaro@gmail.com

Hernández Trejo, Humberto
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
hhernan@ujat.mx

Hernández Vázquez, Marco Antonio

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Hernández Velázquez, Joaquín Anuar
Ecodet A.C.
anuar16_08@yahoo.com.mx

Hernández Vidal, Ulises
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
uliseshv44@hotmail.com

Hidalgo Mihart, Mircea Gabriel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
mhidalgo@yahoo.com

Honey Escandón, Magali
Universidad Nacional Autónoma de México
mbihoney@hotmail.com

Hose, Louise
University of Nevada
hose@drkarst.net

Huerta Ortiz, Maricela
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Iglesias Delfin, Carlos

Iglesias Mendoza, Ricardo
Universidad Nacional Autónoma de México

Indy, Jeane Rimber
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Jesús García, María del Carmen
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
mcjg06@hotmail.com

Jiménez Domínguez, Darwin
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
darwin.oikos@gmail.com

Jiménez Pérez, Candelario
Colegio de Bachilleres de Tabasco
candejimez@hotmail.com

Jiménez Pérez, Nelly del Carmen
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
nelly.jimenez@ujat.mx

Jiménez Ramírez, Raquel
Asesoria y Cosultoría Integral Agropecuaria
del Sureste S.C.
jimenez.raquel@colpos.mx

Jones, Daniel
University of Minnesota
dsjones@umn.edu

Juarez López, José Francisco
Colegio de Postgraduados
juarezlo@colpos.mx

Koller González, Juan Manuel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
koller44@hotmail.com

Laguarda Figueras, Alfredo
Universidad Nacional Autónoma de México
laguarda@cmarl.unam.mx

Lagunes Espinoza, Luz del Carmen
Colegio de Postgraduados
lagunesc@colpos.mx

Laines Canepa, José Ramón
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Lavaud, Marie Catherine
CHU de Lyon - Hôpital Femme-Mère-Enfant

Lavoie, Kathleen
State University of New York at Plattsburgh
lavoiekh@plattsburgh.edu

Lesher Gordillo, Julia María
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
julialesher1@gmail.com

López Castañeda, Antonio
Universidad Popular de la Chontalpa
tonolc@colpos.mx

López Hernández, Eduardo Salvador
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
eduardos.lopezh@gmail.com

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

López Higareda, Diana
Comisión Nacional para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad
diana.lopez@conabio.gob.mx

López Jiménez, Serapio
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
tabascotrema@hotmail.com

López López, Deysi

López Luna, Marco Antonio
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
marco.lopez.luna@gmail.com

López Pérez, Diana
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
mcdianalp@hotmail.com

López Ricalde, Carlos David
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
zakcd@hotmail.com

López Rosas, Hugo
Innova Dintel Guanajuato S.A. de C.V.

Lord, Peter
Lorsan de Tabasco S.A. de C.V.

Macias Valadez Treviño, María Elena
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Magaña Alejandro, Miguel Alberto
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
manglarujat@hotmail.com

Maldonado García, Noel Mauricio
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
noelmauricio@yahoo.com

Maldonado Mares, Francisco †
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Maldonado Sánchez, Emerson Almar
El Colegio de la Frontera Sur
emaldonado@ecosur.edu.mx

Maldonado Vargas, Carmen
Universidad Nacional Autónoma de México
malvarg@yahoo.com.mx

Manríquez Santos, Teresa de Jesús
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Márquez Couturier, Gabriel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
gmctabasco@hotmail.com

Martínez Becerra, Ángel
Colegio de Postgraduados
martinez.angel@colpos.mx

Martínez Burguete, Talhía
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Martínez García, Rafael
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
biologomartinez@hotmail.com

Martínez López, Alinne Audrei
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
alinne_audrei@hotmail.com

Martínez Toro, Carmen Julia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
julia2229@hotmail.com

Martínez Zurimendi, Pablo
El Colegio de la Frontera Sur
pmartinez@ecosur.mx

Mata Zayas, Ena Edith
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ena.mata@ujat.mx

Mejía Recamier, Blanca Estela
Universidad Nacional Autónoma de México
bemrecam@gmail.com

Meléndez Nava, Francisco
Universidad Popular de la Chontalpa
melenava@outlook.com

Méndez Sánchez, Casiano Alberto
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Mendoza Carranza, Manuel
El Colegio de la Frontera Sur
mcarranza@ecosur.mx

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Moguel Ordóñez, Eduardo Javier
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Montalvo Urgel, Hugo Enrique
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
urgelhugo@hotmail.com

Morales García, Beatriz
Universidad Intercultural del Estado de Tabasco
bety331@hotmail.com

Morales Garduza, Marcos Antonio
Asesoría y Cosultoría Integral Agropecuaria
del Sureste S.C.
mgarduza@outlook.com

Moreno Cáliz, Elvia
Colegio de Postgraduados

Muñoz García, Claudia Irais
Universidad Autónoma Metropolitana
cimunoz@correo.xoc.uam.mx

Negrete Morales, Margarita María
Universidad Modelo

Northup, Diana
University of New Mexico
dnorthup@unm.edu

Obrador Olán, José Jesús
Colegio de Postgraduados
obradoro@colpos.mx

Ochoa Gaona, Susana
El Colegio de la Frontera Sur
sochoa@ecosur.mx

Olguín Álvarez, Marcela Itzel
USDA Forest Service

Olivera Gómez, León David
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
leon_olivera@yahoo.com.mx

Ortíz Antonio, Natividad
Gobierno del Estado de Tabasco

Ortiz Ceballos, Ángel Isauro
Universidad Veracruzana
angortiz@uv.mx

Ortiz García, Carlos Fredy
Colegio de Postgraduados
cfortiz@colpos.mx

Ortiz Gil, Gonzalo
Universidad Autónoma Chapingo
chalitortiz@gmail.com

Ortiz Pérez, Mario Arturo †
Universidad Nacional Autónoma de México

Ortiz Salas, Leticia
Universidad Popular de la Chontalpa
lety074@hotmail.com

Pacheco Figueroa, Coral Jazvel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
coral.pacheco@ujat.mx

Palacios Vargas, José Guadalupe
Universidad Nacional Autónoma de México

Palma López, David Jesús
Colegio de Postgraduados
dapalma@colpos.mx

Palomeque Martínez, María Isabel
isabel_bio@hotmail.com

Páramo Delgadillo, Salomón
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
salomonparamo@hotmail.com

Pedrero Sánchez, Andrés Eduardo

Peña López, Erika Guadalupe

Perera García, Martha Alicia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
pereragarcia@hotmail.com

Pereyra de la Rosa, Edith
Universidad Autónoma de Yucatán
epereyradlr@gmail.com

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Pérez De la Cruz, Manuel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
perezmandoc@hotmail.com

Pérez Farrera, Miguel Ángel
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Pérez Flores, Julián
Colegio de Postgraduados
julianflores@colpos.mx

Pérez Hernández, Isidro
Universidad Politécnica del Golfo de México
iph02@hotmail.com

Pérez Jiménez, Juan Carlos
El Colegio de la Frontera Sur
jcperez@ecosur.mx

Pérez Ramírez, Isidra

Pérez Sánchez, Eunice
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
eperezsanchez@netscape.net

Pérez Villar, María de los Ángeles
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
anpv73@hotmail.com

Pisarowicz, James

Plath, Martin
Northwest A&F University
mplath-zoology@gmx.de

Ponce Vélez, Guadalupe
Universidad Nacional Autónoma de México

Poot Pool, Wilbert Santiago

Porter Núñez, Roberto
Universidad del Valle de Mexico
robertoporter@hotmail.com

Pozo Montuy, Gilberto
Conservación de la Biodiversidad del Usumacinta A.C.
gmontuy@gmail.com

Prado Urbina, Gregorio
grepardo@colpos.mx

Priego Martínez, Blanca Cecilia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
priegoblanca@hotmail.com

Quej Chi, Víctor Hugo
Colegio de Postgraduados
quej@colpos.mx

Ramírez Hernández, Sebastiana Guadalupe

Ramírez Mosqueda, Edith

Ramos Hernández, Eder
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
eder1978@hotmail.com

Ramos Palma, José Luis
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
dsala13@hotmail.com

Ramos Reyes, Rodimiro
El Colegio de la Frontera Sur
rramos@ecosur.mx
rrreyes73@hotmail.com

Ramos Targarona, Roberto

Ramos Ventura, Leandro Javier
Universidad Nacional Autónoma de México
leandrojramosv@gmail.com

Rangel Mendoza, Judith Andrea
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
judith.rangel@ujat.mx

Rangel Ruiz, Luis José
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ljrangl@msn.com

Rendón Franco, Emilio
Universidad Autónoma Metropolitana
emilio.rendon.franco@gmaill.com

Riesch, Rüdiger Walter
Royal Holloway, University of London
rudiger.riesch@rhul.ac.uk

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Rincón Ramírez, Joaquín Alberto
Colegio de Postgraduados
jrincon@colpos.mx

Rivas Acuña, Ma. Guadalupe
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
mgrivasa@hotmail.com

Rivera Hernández, Benigno
Universidad Popular de la Chontalpa
brivera@hotmail.com

Rivera Monroy, Víctor Hugo

Rodríguez Azcuaga, Gustavo

Rodríguez Luna, Ana Rosa
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
rodlar2003@hotmail.com

Rodríguez Ocaña, Leticia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Rodríguez Sandoval, José Javier
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
jjavier.rodriguez.sandoval@gmail.com

Romero Almaraz, María de Lourdes
Universidad Nacional Autónoma de México
lromero22@hotmail.com

Romero Callejas, Evangelina
Universidad Nacional Autónoma de México
eva_romeroc@yahoo.com.mx

Romero Nápoles, Jesús
Colegio de Postgraduados
jnapoles@colpos.mx

Romero Rodríguez, Ángel
Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Tabasco A.C.
angel_romero_litron@hotmail.com

Rosales Lagarde, Laura
Nevada State College
laura.rosales@nsc.edu

Rosique Gil, José Edmundo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
edmundo.rosique@ujat.mx

Ruiz Carrera, Violeta
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
ruizvio@hotmail.com

Rullán Silva, Cristóbal Daniel

Sala Ruiz, Daniel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
dsala13@hotmail.com

Salgado, García Sergio
Colegio de Postgraduados
salgados@colpos.mx

Salvador Hernández, Rosa María

Salvadores Baledón, María Leandra
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Sánchez Alcudia, Yessenia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
chin_iita2609@hotmail.com

Sánchez Frías, Julio Mario
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
juliomsf@hotmail.com

Sánchez Hernández, Cornelio
Universidad Nacional Autónoma de México
cornelio@unam.mx

Sánchez Hernández, Rufo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
rusaher@hotmail.com

Sánchez León, Ismari

Sánchez Martínez, Alberto de Jesús
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
alberthoj.sanchez@gmail.com

Santiago Plata, Víctor Manuel
Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad
en el Sureste, A.C.
victor.ccgss.org

Schlupp, Ingo
The University of Oklahoma

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Segura Berttolini, Elsy Consuelo
Instituto Tecnológico Superior de los Ríos
elsyberttolini2@gmail.com

Sepúlveda Lozada, Alejandra
El Colegio de la Frontera Sur

Serio Silva, Juan Carlos
Instituto de Ecología A.C.
juan.serio@inecol.mx

Siegel, Vickie
Proyecto Cuevas de Tabasco
vsiegel12@gmail.com

Sol Sánchez, Ángel
Colegio de Postgraduados
sol@colpos.mx

Solís Marín, Francisco Alonso
Universidad Nacional Autónoma de México
fasolis@cmarl.unam.mx

Spilde, Michael
University of New Mexico
mspilde@unm.edu

Terreros Espinosa, Eladio
Universidad Nacional Autónoma de México
eterreros18@gmail.com

Tobler, Michael
Kansas State University

Torres de la Cruz, Magdiel
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
biomag75@hotmail.com

Tovar Ramírez, Dariel
Centro de Investigaciones Biólogicas del Noroeste

Tovilla Hernández, Cristian
El Colegio de la Frontera Sur

Trejo Pérez, Juana Lourdes
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
trejolul@hotmail.com

Valdez Leal, Juan de Dios
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
coral.pacheco@ujat.mx

Valenzuela Izquierdo, Sara

Valero Padilla, Jessica
jessicaval13@gmail.com

Van der Wal, Hans
El Colegio de la Frontera Sur
hvanderwal@ecosur.mx

Vargas Domínguez, Manuel

Vargas Simón, Georgina
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
georgina.vargas@ujat.mx

Vautravers Tosca, Guadalupe
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
vautravers2000@hotmail.com

Vázquez Botello, Alfonso
Universidad Nacional Autónoma de México
gatoponcho2015@gmail.com

Vázquez Navarrete, César Jesús
Colegio de Postgraduados
vcesar@colpos.mx

Vázquez Negrin, Isabel

Viader Salvadó, José María
Universidad Autónoma de Nuevo León

Vidal Barahona, Abel
vidal7827@hotmail.com

Vidal García, Miguel
Instituto de Seguridad Social del Estado de Tabasco -
Subdirección de Obras y Mantenimiento

Villanueva Fragoso, Susana
Universidad Nacional Autónoma de México
suvilla11@gmail.com

Villanueva García, Claudia
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
claudia.villanueva@um.es

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Villanueva López, Gilberto
El Colegio de la Frontera Sur
gvillanueva@ecosur.mx

Viveros Salinas, Juan Luis

Vovides Papalouka, Andrew Peter
Instituto de Ecología A.C.
andrew.vovides@inecol.mx

Yasui, George Shigueki
Univesidade de São Paulo
yasui@usp.br

Zamora Cornelio, Luis Felipe
El Colegio de la Frontera Sur
tguayacan@hotmail.com

Zavala Cruz, Joel
Colegio de Postgraduados
zavala_cruz@colpos.mx

Zenteno Ruiz, Claudia Elena
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
cezenteno@yaho.com

Zequeira Larios, Carolina
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
lcamara27@hotmail.com

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Compilación de las secciones:

Contexto físico: Dr. Joel Zavala Cruz.[2]
Contexto socioeconómico: Dr. César Jesús Vázquez Navarrete.[2]
Marco jurídico e institucional: Dra. Guadalupe Vautravers Tosca.[1]
Usos tradicionales y convencionales: Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza.[2]
Diversidad de ecosistemas: M.C. María De los Ángeles Guadarrama Olivera[1] y Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez.[1]
Diversidad de especies: Dra. Ena Edith Mata Zayas[1] y Dr. Manuel Pérez de la Cruz.[1]
Diversidad genética: Dr. Lenin Arias Rodriguez.[1]
Factores de presión: Dra. Georgina Vargas Simón.[1]
Acciones de conservación: Dra. Georgina Vargas Simón.[1]
Instrumentos y políticas públicas: M.C. Eduardo Javier Moguel Ordóñez[1] y Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez.[1]

[1] Universidad Juárez Autónoma de Tabasco,[2] Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco

Revisión técnica de textos[a] y listas de especies[b]:

Jessica Valero Padilla,[a,b] Jorge Cruz Medina,[a,b] Rafael Eduardo Pompa Vargas,[a] Karla Carolina Nájera Cordero,[a] Nubia Betzabé Morales Guerrero,[a] Wolke Tobon Niedfeldt[a] y Elizabeth Campos Sánchez.[a]

Agradecimientos: La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, expresa su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado. Asimismo, se hace un agradecimiento especial al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET), así como a la Ocean. Silvia Whizar Lugo por sus valiosas aportaciones.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Forma de citar:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Tabasco. 2019. *La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado*. CONABIO. México.

Los apéndices de esta obra se encuentran en forma digital en: http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios.html

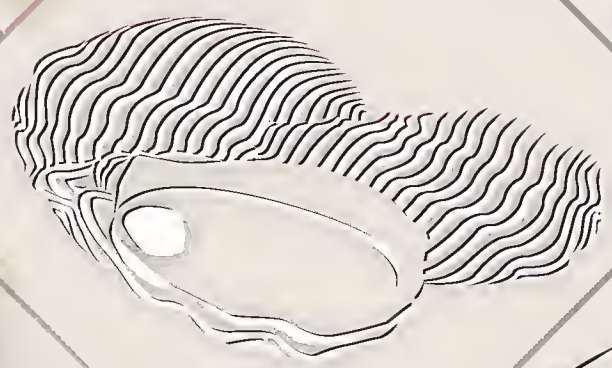
Versión digital

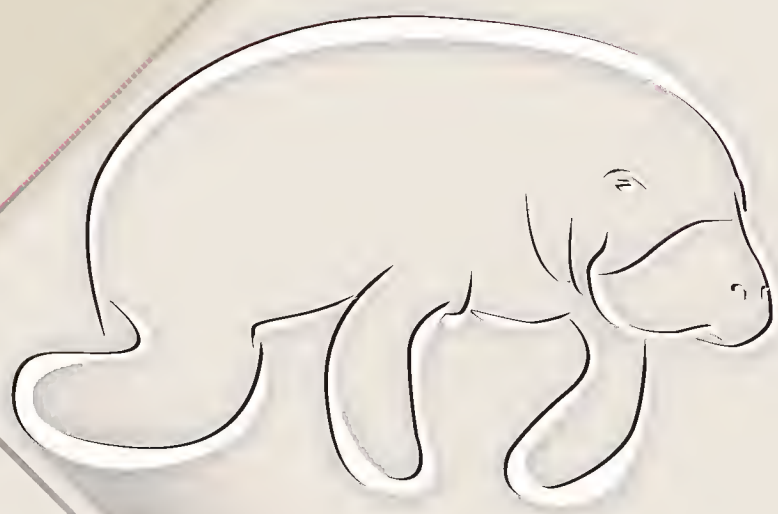
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

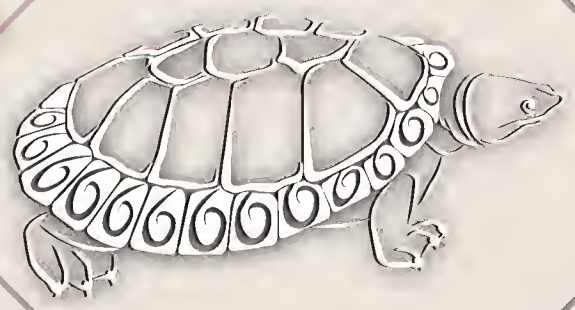
CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

TABASCO
BIENESTAR
SECRETARÍA DE BIENESTAR, SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

CCYTET







DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA